LUMINIȚA IRINEL DOICIN
ADRIANA MIHAELA ANGHEL

# Exerciții și probleme
de
# CHIMIE
pentru gimnaziu

ART

Copyright

Grup Editorial

Toate drepturile asupra acestei lucrări aparţin editurii. Reproducerea integrală sau parţială a conţinutului lucrării este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii.

**Referent ştiinţific:**

Profesor universitar doctor Irinel BADEA
Facultatea de chimie, Universitatea din Bucureşti

Luminiţa DOICIN

**Tehnoredactare:**

Claudiu ISOPESCUL

**Coperta:**

Alexandru DAŞ

Tipărit la C.N.I. „Coresi" S.A.

**Descrierea CIP este disponibilă la Biblioteca Naţională a României**

ISBN 978-973-124-792-2

Pentru **comenzi** vă puteţi adresa:
*Departamentului Difuzare al* **Grupului Editorial** Art
tel.: 021.224.17.65
0721.213.576
0744.300.870
Se acordă importante **reduceri**.

# Cuprins

## Partea I. Exerciţii şi probleme

**Cap. 1. Introducere în studiul chimiei** ..... 5
1.1. Materie. Corp. Substanţă. Amestec ..... 5
1.2. Proprietăţile substanţelor ..... 7
1.3. Fenomene fizice şi chimice ..... 8
1.4. Substanţe pure şi amestecuri de substanţe. Metode de separare a substanţelor din amestecuri ..... 9
1.5. Soluţii ..... 10
1.6. Probleme propuse ..... 13

**Cap. 2. Structura substanţelor. Sistemul periodic** ..... 16
2.1. Atom. Element chimic. Sistemul periodic al elementelor ..... 16
2.2. Calcule pe baza formulelor chimice ..... 24
2.3. Probleme propuse ..... 28

**Cap. 3. Reacţii chimice. Legea conservării masei. Calcule chimice** ..... 31
3.1. Clasificarea substanţelor. Ecuaţii ale reacţiilor chimice ..... 36
3.2. Calcule pe baza ecuaţiilor reacţiilor chimice ..... 32
3.3. Probleme recapitulative ..... 40
3.4. Probleme propuse, recapitulative pentru clasa a VII-a ..... 44

**Cap. 4. Nemetale** ..... 50
4.1. Hidrogenul ..... 50
4.2. Oxigenul ..... 54
4.3. Carbonul ..... 59
4.4. Sulful ..... 64
4.5. Probleme recapitulative ..... 66
4.6. Probleme propuse ..... 70

**Cap. 5. Metale** ..... 72
5.1. Aluminiul ..... 72
5.2. Ferul ..... 76
5.3. Cuprul ..... 79
5.4. Probleme recapitulative ..... 84
5.5. Probleme propuse, recapitulative, substanţe simple ..... 89

**Cap. 6. Substanţe compuse** ..... 93
6.1. Oxizi ..... 93
6.2. Acizi ..... 96
6.3. Baze ..... 101
6.4. Săruri ..... 105
6.5. Probleme recapitulative ..... 111
6.6. Probleme propuse, recapitulative ..... 115

**Partea a II-a. Rezolvări şi răspunsuri**


**Cap. 1. Introducere în studiul chimiei** ..... 121
1.1. Materie. Corp. Substanţă. Amestec ..... 121
1.2. Proprietăţile substanţelor ..... 123
1.3. Fenomene fizice şi chimice ..... 124
1.4. Substanţe pure şi amestecuri de substanţe. Metode de separare a substanţelor din amestecuri ..... 125
1.5. Soluţii ..... 128
1.6. Probleme propuse ..... 138

**Cap. 2. Structura substanţelor. Sistemul periodic** ..... 139
2.1. Atom. Element chimic. Sistemul periodic al elementelor ..... 139
2.2. Calcule pe baza formulelor chimice ..... 148
2.3. Probleme propuse ..... 160

**Cap. 3. Reacţii chimice. Legea conservării masei. Calcule chimice** ..... 161
3.1. Clasificarea substanţelor. Ecuaţii ale reacţiilor chimice ..... 161
3.2. Calcule pe baza ecuaţiilor reacţiilor chimice ..... 167
3.3. Probleme recapitulative ..... 180
3.4. Probleme propuse, recapitulative pentru clasa a VII-a ..... 190

**Cap. 4. Nemetale** ..... 192
4.1. Hidrogenul ..... 192
4.2. Oxigenul ..... 203
4.3. Carbonul ..... 214
4.4. Sulful ..... 226
4.5. Probleme recapitulative ..... 234
4.6. Probleme propuse ..... 234

**Cap. 5. Metale** ..... 242
5.1. Aluminiul ..... 222
5.2. Ferul ..... 252
5.3. Cuprul ..... 263
5.4. Probleme recapitulative ..... 276
5.5. Probleme propuse, recapitulative, substanţe simple ..... 287

**Cap. 6. Substanţe compuse** ..... 288
6.1. Oxizi ..... 288
6.2. Acizi ..... 295
6.3. Baze ..... 304
6.4. Săruri ..... 311
6.5. Probleme recapitulative ..... 319
6.6. Probleme propuse, recapitulative ..... 328


# *Partea I. Exerciţii şi probleme*

## Cap. 1. Introducere în studiul chimiei

### 1.1. Materie. Corp. Substanţă. Amestec

**1.** Completează spaţiile libere din afirmaţiile de mai jos:
Tot ceea ce ne înconjoară se numeşte ..... Aceasta este alcătuită din ....., ..... porţiune limitată de materie se numeşte ..... (2 exemple: ....., .....); formele omogene de materie cu o compoziţie constantă sunt ..... (2 exemple: ....., .....), iar cele eterogene, cu o compoziţie variabilă, se numesc ..... (2 exemple: ....., .....).
Paharul Berzelius este din ....., confecţionat din ..... Mojarul cu pistil este, de asemenea, un ..... confecţionat din ..... sau .....

**2.** Scrie câte cinci exemple de corpuri, cinci exemple de materiale şi cinci exemple de substanţe pe care le foloseşti în viaţa de zi cu zi.

**3.** Completează tabelul următor după modelul indicat:

| | Corp | Material | Substanţă |
|---|---|---|---|
| Apă | | | X |
| Creion | X | | |
| Ciment | | X | |
| Cărămidă | X | X | |
| Uşă | X | | |
| Fontă | | X | |
| Cilindru gradat | X | | |
| Azot | | | X |
| Sarea din mâncare | X | | X |

**4.** Scrie cinci exemple de corpuri şi substanţe folosite în laboratorul de chimie.

**5.** Clasifică termenii din următoarele enunţuri în corpuri, materiale sau substanţe:
Astăzi am fost în laboratorul de chimie. Aici ni s-au prezentat o mulţime de ustensile de laborator, confecţionate din sticlă, porţelan, lemn sau metal. Mesele de laborator erau acoperite cu plăci de faianţă.
La mese se aflau diferite sticle cu reactivi: piatră-vânătă, sare, sodă caustică, acizi; de asemenea, pe mese se mai afla şi câte o pisetă.

S C C

Doamna profesoară a amestecat soda din eprubetă cu piatra-vânătă din altă eprubetă și s-a format un precipitat pe care l-a numit hidroxid de cupru. Hidroxidul de cupru din eprubetă este un precipitat albastru-gelatinos.

**6.** Realizează prin săgeți corespondența dintre corpurile din coloana **A** și una sau mai multe substanțe care intră în compoziția lor, reprezentate în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| a. apa din sticlă | i. azot |
| b. sifonul din pahar | ii. apă |
| c. apa din Marea Neagră | iii. mercur |
| d. aerul din cameră | iv. oxigen |
| | v. sare |
| | vi. dioxid de carbon |

**7.** Indică trei corpuri confecționate din același material.

**8.** Denumește trei corpuri confecționate din aceeași substanță.

**9.** Completează următorul tabel, care are pe prima coloană corpul, iar pe cea de-a doua, materialul din care este confecționat:

| Corp | Material |
|---|---|
| | lemn |
| carte | |
| | oțel |
| | cărămidă |
| trotuar | |
| teren de tenis | |

**10.** Citește cu atenție următoarele enunțuri și corectează greșelile introduse intenționat:

a) Materia ocupă un spațiu, dar nu are o formă. În timp, materia dispare, creându-se alte forme de materie. ~~Materia este statică~~.

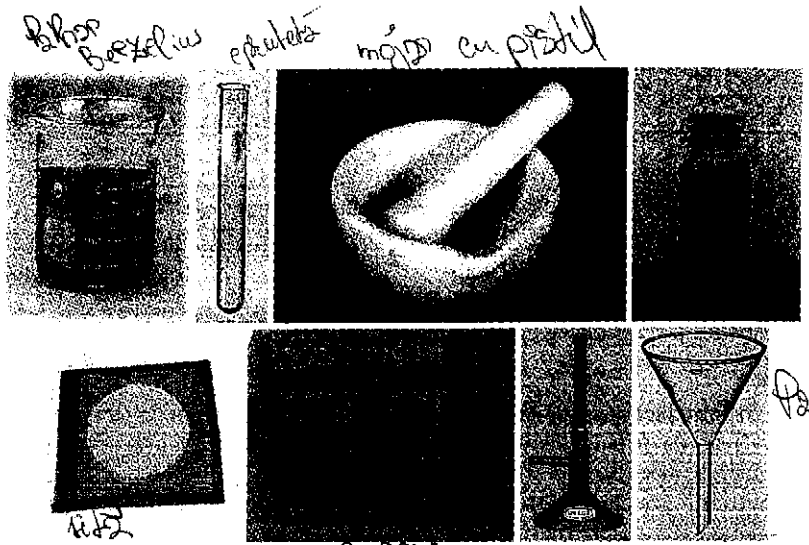
b) Pentru aprinderea spirtierei se folosește ~~chibritul sau o altă spirtieră deja aprinsă~~, iar stingerea acesteia se face suflând în flacără.

Eprubeta se încălzește în poziție ~~verticală~~, ținând-o cu ~~mâna sau~~, dacă este prea fierbinte, cu ajutorul cârpei de laborator.

Substanțele se pot mirosi ~~direct~~. Agitarea corectă se face prin mișcări pe orizontală ~~stânga-dreapta ale baghetei~~ în interiorul lichidului din vas.

**11.** Recunoașteți ustensilele de laborator din următoarele imagini:





**12.** Completează spațiul liber din stânga numerelor de ordine ale ustensilelor din coloana **A** cu literele corespunzătoare utilizării acestora reprezentate în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| .. 1. cilindru gradat | a. sfărmarea substanțelor |
| .. 2. spirtieră | b. măsurarea volumelor |
| .. 3. bec de gaz | c. răcirea vaporilor |
| .. 4. balanță | d. cea mai utilizată ustensilă de laborator |
| .. 5. baghetă de sticlă | e. sursă de încălzire |
| .. 6. eprubetă | f. suport pentru eprubete |
| .. 7. mojar | g. se folosește pentru agitare |
| .. 8. refrigerent | h. cântărirea substanțelor |
| .. 9. sticlă de ceas | i. omogenizarea soluțiilor |
| | j. distilare |
| | k. separarea unui amestec de lichide nemiscibile |

## 1.2. Proprietățile substanțelor

**1.** Specifică și clasifică proprietățile din următoarele afirmații:

**a)** Oțetul are gust acru. Acesta se obține prin fermentarea vinului.

**b)** Prin acrirea laptelui se formează laptele bătut.

**c)** Faianța este un material solid, de culoare albă, care prin lovire se sparge.

**d)** Alcoolul fierbe la 78°C și este solubil în apă.

**e)** Fierul este atras de magnet, iar în aer umed ruginește.

**f)** Cuprul are o densitate mai mare decât a apei şi este un bun conducător de căldură şi electricitate. Nu se utilizează la confecţionarea vaselor de bucătărie pentru că prezintă fenomenul de coclire.

**g)** Diamantul este foarte dur.

**h)** Grafitul lasă urme pe hârtie, prezentând fenomenul de clivaj.

**i)** Lemnul arde, degajând căldură şi lumină.

**j)** Grăsimile râncezesc.

**2.** Specifică cel puţin cinci proprietăţi pentru:

**a)** apă; **b)** cupru; **c)** oxigen.

**3.** Ce se întâmplă prin încălzirea naftalinei? Denumeşte proprietatea pe care o observi.

**4.** Se introduce un cui de fier cu masa de 4 g într-un cilindru gradat plin cu apă, observându-se o creştere a nivelului apei cu 0,5 mL. Calculează densitatea materialului din care este confecţionat cuiul.

**5.** Propune o metodă de măsurare a densităţii unei bile de fier cu masa de 10 g.

**6.** Se dau următoarele metale: aluminiu, cupru, fier. Cum le poţi identifica? Ce fel de proprietăţi ai pus în evidenţă?

## 1.3. Fenomene fizice şi chimice

**1.** Realizează prin săgeţi corespondenţa dintre fenomenul reprezentat în coloana **A** şi tipul acestuia, indicat în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| Arderea lemnului | Fenomen fizic |
| Ruperea hârtiei | |
| Fierberea alcoolului | |
| Obţinerea vinului din struguri | |
| Ruginirea fierului | |
| Dizolvarea zahărului în apă | Fenomen chimic |
| Dilatarea şinelor de tren | |

**2.** Alege din exemplele de mai jos pe cele care reprezintă fenomene fizice:

**a)** arderea chibritului;

**b)** topirea gheţii;

**c)** solidificarea apei;

**d)** evaporarea alcoolului;

**e)** obţinerea săpunului;

**f)** descompunerea apei oxigenate;

**g)** stingerea varului.



**3.** Completează pe săgeţi transformările de stare corespunzătoare:

**a)** Solid ⇄ Lichid ⇄ Gaz

**b)** Solid ⇄ Gaz

Ce fel de fenomene sunt?

**4.** Numeşte două substanţe care prin încălzire trec din stare solidă direct în stare de vapori.

**5.** Explică diferenţa dintre fenomenul de ardere şi cel de topire.

**6.** Este corectă afirmaţia: „Zahărul se topeşte în apă"? Justifică răspunsul.

**7.** De ce nu se utilizează la bucătărie vase de cupru, deşi acesta este un foarte bun conducător de căldură?

## 1.4. Substanţe pure şi amestecuri de substanţe. Metode de separare a substanţelor din amestecuri

**1.** Din următoarele perechi de termeni, alege-i pe cei care reprezintă substanţă pură:

**a)** apă distilată; apă minerală;

**b)** acid clorhidric; soluţie de acid clorhidric;

**c)** alcool medicinal; alcool;

**d)** soluţie de piatră-vânătă; piatră-vânătă;

**e)** saramură; sare.

**2.** Numeşte câte trei exemple de amestecuri omogene, eterogene, respectiv, de substanţe pure pe care le utilizezi în viaţa cotidiană.

**3.** Clasifică următoarele amestecuri:

**a)** praf de cretă + apă; **b)** vin; **c)** oţet;

**d)** lapte; **e)** saramură.

**4.** Scrie câte un exemplu pentru fiecare din cazurile de mai jos:

**a)** un amestec gazos format din trei componente;

**b)** un amestec omogen alcătuit din trei componente;

**c)** un amestec neomogen alcătuit din trei componente.

**5.** Indică metodele de separare a componentelor următoarelor amestecuri:

**a)** apă şi alcool; **b)** marmură şi alcool; **c)** praf de cretă şi alcool;

**d)** acetonă şi apă; **e)** iod şi nisip; **f)** saramură.

**6.** Se dau următoarele ustensile de laborator: pahare Berzelius, baghetă de sticlă, pahar Erlenmeyer, sticlă de ceas, refrigerent, balon Würtz, trepied, sită de azbest, spirtieră, hârtie de filtru, pâlnie. Indică trei metode de separare sau purificare care folosesc aceste ustensile.

**7.** Specifică metoda şi ustensilele de laborator necesare separării componentelor următoarelor amestecuri:

**a)** naftalină și nisip; **b)** piatră-vânătă și apă.

**8.** Amestecă 2 mL soluție de piatră-vânătă cu 2 mL soluție de sodă caustică. Ce observi? Cum se pot separa substanțele din amestecul format? Indică ustensilele de laborator pe care le utilizezi în acest experiment.

**9.** Completează spațiile libere din următoarele afirmații:

Două lichide care se dizolvă unul în celălalt se numesc lichide ..... (2 exemple: ....., .....) și formează amestecuri ..... . Acestea se pot separa din amestec prin operația de ....., utilizând următoarele ustensile de laborator: ....., ....., ....., ....., ....., ..... .

Lichidele care nu se dizolvă unul în celălalt sunt lichide ..... (2 exemple: ....., .....) și formează amestecuri ..... . Acestea se pot separa prin operația de ....., folosind ca ustensilă de laborator ..... .

**10.** Ai la dispoziție un amestec de pilitură de fier și strujitură de cupru. Cum se pot separa cele două substanțe din amestec?

**11.** Cum poți purifica naftalina? Indică ustensilele de laborator necesare.

**12.** Ce operație de separare se folosește la prepararea unor băuturi alcoolice?

**13.** Cum se poate obține sarea din apa de mare?

**14.** Propune schema de separare a componentelor următoarelor amestecuri ternare:

**a)** saramură + pulbere de cărbune; **b)** naftalină + fier + praf de cretă;

**c)** alcool + apă + nisip; **d)** apă + sodă de rufe + ulei.

**15.** Propune o schemă de separare a componentelor din următoarele amestecuri:

**a)** zahăr + sulf; **b)** nisip + sare.

## 1.5. Soluții

**1.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos și din cele două variante de răspuns, alege-o pe cea pe care o consideri corectă:

Soluțiile sunt amestecuri *omogene/ neomogene* de două sau mai multe substanțe între care nu au loc fenomene *fizice/ chimice*. Soluțiile se formează prin *topire/ dizolvare*, care este un fenomen *fizic/ chimic*.

Soluțiile sunt formate din dizolvat și dizolvant. Substanța care se dizolvă se numește *dizolvat/ dizolvant*, iar cea în care se face dizolvarea este *dizolvatul/ dizolvantul*.

Soluția *diluată/ concentrată* conține o cantitate mai mică de substanță dizolvată. Soluția care mai poate dizolva noi cantități de substanță până la saturație este o soluție *saturată/ nesaturată*.

**2.** Identifică dizolvantul, dizolvatul și starea de agregare a soluției pentru fiecare din următoarele exemple:

**a)** saramură de concentrație 10%;

**b)** oțet (soluție de acid acetic în apă de concentrație 5%);

**c)** inel de argint (5% cupru; 95% argint);



**d)** tinctură de iod (soluție ce conține o cantitate mică de iod dizolvată în alcool);

**e)** aer;

**f)** clor dizolvat în apa unui bazin de înot;

**g)** alamă (60-82% cupru, restul, zinc);

**h)** sifon.

**3.** Indică dizolvantul potrivit pentru următoarele cazuri: lac de unghii, ulei, acid acetic (component al oțetului), alcool, sare , iod.

**4.** Descrie cum poți prepara rapid o soluție de piatră-vânătă având la dispoziție piatră-vânătă solidă și apă.

**5.** Explică cum poți dilua o soluție concentrată de acid sulfuric.

**6.** O cană plină cu apă conține dizolvate două cuburi de zahăr, iar altă cană, identică cu prima, umplută până la jumătate cu apă, doar un singur cub.

**a)** Care din cele două căni conține o cantitate mai mare de zahăr?

**b)** Care este soluția mai concentrată?

**c)** Care este diferența între *cantitate* și *concentrație*?

**7.** Dacă din neatenție ai pus în cana de ceai trei linguriță de zahăr în loc de două, cum îl poți face mai puțin dulce? Soluția nou obținută este mai diluată sau mai concentrată decât prima?

**8.** De ce o sticlă de apă minerală păstrată la temperatura camerei pierde „acidul" mai repede decât una păstrată în frigider?

**9.** Care este diferența între:

**a)** o soluție diluată până la 100 mL cu apă;

**b)** o soluție diluată cu 100 mL apă?

**10.** Răspundeți la următoarele întrebări:

**a)** De ce pe timpul iernii se adaugă antigel în lichidul de răcire al radiatorului mașinii?

**b)** De ce dacă adăugăm zahăr în momentul în care fierbe apa, fierberea încetează pentru un anumit interval de timp?

**11.** Calculează concentrația procentuală a 200 g saramură ce conțin dizolvate 10 g sare. Care a fost masa de apă utilizată la obținerea saramurii?

**12.** Tinctura de iod este un preparat farmaceutic utilizat ca dezinfectant. Determină concentrația procentuală a unei soluții obținută prin dizolvarea a 5 g iod în 195 g alcool.

**13.** Determină cantitatea de sare de lămâie dizolvată în 120 g soluție de concentrație 5%.

**14.** Se dizolvă 200 g zahăr în apă, obținându-se o soluție de concentrație 15%. Calculează masa soluției obținute și masa de apă în care s-a dizolvat zahărul.

**15.** Oțetul este o soluție de acid acetic și apă. Ce cantitate de apă se află într-o sticlă de 500 g oțet de concentrație 9%?

**16.** Determină masa de acetonă necesară preparării a 500 g soluție de concentrație 30%. Ce masă de apă se folosește?

**17.** 200 g soluție de concentrație 10% se împart în 100 probe egale ca masă care se introduc fiecare în câte un balon de sticlă. Determină:

**a)** masa fiecărei probe;

**b)** masa de substanță dizolvată în fiecare probă;

**c)** masa de solvent din fiecare probă;

**d)** concentrația procentuală a fiecărei probe.

**18.** Calculează masa de acid sulfuric dizolvat în 500 mL soluție de concentrație 20% și densitate de 1,143 g/mL.

**19.** Calculează volumul soluției obținute prin dizolvarea a 2 g sodă caustică în 18 g apă ($\rho_{soluție}$ = 1,15 g/mL).

**20.** Determină volumul de acetonă necesar preparării a 500 mL soluție acetonă cu o concentrație volumetrică de 5%. Cum se poate prepara această soluție?

**21.** Determină volumul de alcool dintr-o sticlă de 750 mL de concentrație 10% (procente volumetrice).

**22.** Acidul din acumulatorul mașinii este o soluție de acid sulfuric cu densitatea de 1,285 g/cm$^3$ și concentrația procentuală masică de 38%. Calculează masa de acid dintr-un litru soluție.

**23.** Se amestecă 10 g saramură de concentrație 2% cu 20 g saramură de concentrație 4%. Calculează masa de sare din soluția finală. Ce concentrație va avea soluția obținută după amestecare?

**24.** Peste 200 g soluție 15% se adaugă 150 g apă. Soluția se diluează sau se concentrează? Ce concentrație va avea soluția obținută?

**25.** Se amestecă 200 g soluție de clorură de sodiu 40% cu 300 g soluție clorură de potasiu 20% și cu 500 g apă. Calculează compoziția procentuală masică a soluției finale.

**26.** Se dizolvă 8 g zahăr în 72 g apă, obținându-se o soluție A peste care se adaugă 8 g zahăr, rezultând soluția B.

**a)** Soluția B se diluează sau se concentrează față de soluția A?

**b)** Calculează concentrațiile celor două soluții.

**27.** Se încălzesc 50 g saramură de concentrație 10% până când se evaporă un sfert din cantitatea de apă. Soluția se diluează sau se concentrează? Ce concentrație va avea soluția finală?

**28.** Calculează masa de apă care trebuie evaporată din 250 g soluție de concentrație 5% pentru a ajunge la o concentrație de 25%.

**29.** Din 150 g soluție de concentrație 5% s-au evaporat 25 g apă. Determină concentrația soluției obținute.

**30.** Peste 200 g soluție de zahăr de concentrație 20% se mai adaugă 10 g zahăr. Ce concentrație are soluția obținută?

**31.** Ce cantitate de alcool trebuie adăugată la 50 g soluție de alcool de concentrație 25% pentru a ajunge la o concentrație de 40% alcool?

**32.** Calculează masa de sare ce trebuie adăugată la 200 g soluție de sare de concentrație 5% pentru ca soluția să se concentreze la 20%.

**33.** Calculează:

**a)** masa de acid dizolvată într-un cm$^3$ soluție concentrație 69,8% și densitate 1,42 g/cm$^3$;

**b)** masa de acid din 60 cm$^3$ soluție în condițiile de la punctul a);



**c)** volumul soluției de concentrație 63% și densitate 1,42 g/cm$^3$ în care se află dizolvate 63 g acid.

**34.** Peste 3 kg saramură de concentrație 60% se adaugă o altă soluție de sare în apă de concentrație 10%, obținându-se o nouă soluție de concentrație 40%. Calculează masa soluției de concentrație 10% necesară.

**35.** Peste o soluție A de concentrație 15% se adaugă 200 g soluție B de concentrație 30%, obținându-se o soluție de concentrație 20%. Determină masa soluției A folosită.

**36.** Calculează concentrația finală a soluției obținute prin adăugarea la 190 g saramură de concentrație 20% a 10 g sare.

**37.** Peste 1 kg soluție de concentrație 80% se adaugă o soluție de concentrație 20%, obținându-se în final o soluție de concentrație 40%. Calculează masa soluției de concentrație 20% necesară.

**38.** Determină volumul unei soluții de bicarbonat de sodiu de concentrație 10% necesar preparării a 275 mL soluție de concentrație 2%. Calculează masa de apă utilizată (se consideră densitățile soluțiilor de 1 g/mL).

**39.** Calculează volumul unei soluții de acid azotic de concentrație 19% și densitate 1,11 g/cm$^3$ care se poate prepara prin diluarea cu apă a 50 cm$^3$ soluție de acid azotic de concentrație 68,9% și densitatea 1,42 g/cm$^3$.

**40.** Ce volum de soluție de acid clorhidric de concentrație 34,4% și densitate 1,175 g/cm$^3$ s-ar putea prepara din 100 cm$^3$ apă și acid clorhidric gazos?

**41.** Ce volum de soluție de acid sulfuric 98% ($\rho$ = 1,84 g/mL) trebuie diluat cu apă pentru a prepara 100 mL soluție de concentrație 20% ($\rho$ = 1,14 g/mL)?

**42.** Calculează volumul soluției de acid sulfuric 98% ($\rho$ = 1,84 g/mL) ce conține 40 g acid sulfuric pur.

**43.** Se amestecă două soluții de alcool de concentrație 20%, respectiv, 40%, în raport masic 1:2, obținându-se 900 g soluție. Calculează concentrația procentuală a soluției rezultate.

**44.** Calculează masa de sodă caustică ce trebuie adăugată la 200 cm$^3$ soluție de sodă de concentrație 28% ($\rho_{soluție}$ = 1,31 g/cm$^3$) pentru a obține o soluție de concentrație 50% ($\rho_{soluție}$ = 1,54 g/cm$^3$). Ce volum de soluție se obține?

**45.** Se amestecă 200 cm$^3$ apă ($\rho$ = 1 g/cm$^3$) cu 250 g soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 20% și cu 500 cm$^3$ soluție de hidroxid de potasiu de concentrație 12% ($\rho_{soluție}$= 1,1 g/cm$^3$). Calculează compoziția procentuală masică a soluției finale.

**46.** Ce concentrație procentuală are soluția obținută prin amestecarea a două soluții, una de concentrație 5%, iar cealaltă, 20%, aflate în raport masic de 1:3?

## 1.6. Probleme propuse

**1.** Indică două corpuri și specifică materialele sau substanțele din care sunt confecționate.

**2.** Indică trei proprietăți fizice și o proprietate chimică a ferului.

**3.** Într-un cilindru gradat în care se află 100 mL apă se introduce o bilă cu masa de 5,85 g, când se constată că nivelul apei s-a ridicat la 100,75 mL. Determină densitatea bilei și metalul din care este confecționată. (Se dau densitățile următoarelor metale: Al – 2,7 g/cm$^3$, Fe – 7,8 g/cm$^3$, Cu – 8,9 g/cm$^3$).

**4.** Clasifică următoarele amestecuri de substanțe: oțet, saramură, alcool + apă, alcool + nisip + apă, fier + sare, sulf + apă, nisip + sulf + apă. Alege două amestecuri binare și unul ternar și indică metodele de separare a componentelor din amestecurile respective. Notează ustensilele de laborator folosite.

**5.** Sarea de bucătărie este o substanță a cărei denumire este clorura de sodiu.

**a)** Specifică două proprietăți ale acesteia.

**b)** Știind că s-au dizolvat 20 g sare în 180 g apă, determină concentrația procentuală a soluției obținute.

**c)** Explică cum se poate recupera sarea din soluția formată.

**6.** 30 g substanță solidă de culoare albă se dizolvă în apă, când se obține o soluție de concentrație 15%. Determină:

**a)** proprietățile întâlnite în problemă;

**b)** masa soluției obținută;

**c)** masa de apă necesară.

**7.** Completează spațiile libere din următorul tabel:

| Nr. crt. | $m_d$ | $m_{apă}$ | $m_s$ | c% |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 20 g | 80 g | | |
| 2. | 15 g | | 200 g | |
| 3. | | | 350 g | 70% |
| 4. | 40 g | | 250 g | |
| 5. | | 170 g | 200 g | |
| 6. | 2 g | | | 40% |
| 7. | | 700 g | | 30% |
| 8. | | | 1 kg | 25% |

**8.** Soluțiile care conțin cantitatea maximă de substanță dizolvată la o anumită temperatură se numesc soluții saturate. O astfel de soluție se obține prin dizolvarea la 20°C a 35,8 g sare de bucătărie în 100 mL apă ($\rho_{apă}$ = 1g /mL).

**a)** Calculează concentrația procentuală a soluției obținute.

**b)** Determină concentrația procentuală a soluției care se obține dacă se mai adaugă 300 mL apă. Soluția se diluează sau se concentrează?

**9.** La dizolvarea acidului sulfuric (vitriol) în apă, soluția se încălzește, de aceea, în laborator, dizolvarea și diluarea acidului sulfuric se fac turnând treptat acid în apă și răcind continuu soluția, și nu invers, deoarece se pot produce accidente.

**a)** Știind că s-au folosit 200 mL soluție de acid de concentrație 30% și densitate 1,224 g/mL, determină cantitățile de acid și apă utilizate.

**b)** Dacă peste soluția de la punctul anterior se adaugă 100 mL apă, soluția se diluează sau se concentrează? Calculează concentrația procentuală a soluției nou obținute.



**c)** Calculează masa de acid care trebuie adăugată la soluția de la punctul a) pentru a obține o soluție de concentrație 40%. Soluția se diluează sau se concentrează?

**d)** Determină concentrația procentuală a soluției obținute prin amestecarea soluției de la punctul a) cu 100 g soluție acid sulfuric de concentrație 20%.

**10.** Determină concentrația procentuală a soluției obținute prin amestecarea a 150 g soluție de concentrație 40% cu 450 g soluție 20%.

**11.** Calculează masa de sodă caustică din 300 mL soluție de concentrație 10% și densitate 1,115 g/mL.

**12.** Calculează volumul soluției de acid clorhidric 30% ce conține 15 g acid ($\rho_{acid\ clorhidric}$ = 1,152 g/mL).

**13.** 200 g sodă caustică de concentrație 20% se amestecă cu $x$ g soluție sodă caustică de concentrație 40% când se obține o soluție de concentrație 30%. Determină valoarea lui $x$.

**14.** Calculează concentrația procentuală a soluției obținute prin amestecarea unei soluții de sare de bucătărie de concentrație 10% cu o soluție de sare de bucătărie de concentrație 5% în raport masic 1:4.

**15.** 200 mL soluție acid azotic 92% ($\rho_{acid\ azotic}$ = 1,496 g/mL) se amestecă cu 200 mL soluție acid sulfuric 98% ($\rho_{acid\ sulfuric}$ = 1,841 g/mL) . Determină compoziția procentuală masică a amestecului rezultat.

# Cap. 2. Structura substanțelor. Sistemul Periodic

## 2.1. Atom. Element chimic. Sistemul Periodic al elementelor

**1.** Diametrul unui atom este de aproximativ 1 Å (1 Å = $10^{-10}$ m). Câți atomi trebuie aliniați pentru a forma un șir cu lungimea de 1 mm?

**2.** Diametrul unei monezi este de 2,6 cm, iar diametrul unui atom de cupru este de 2,6 Å. Câți atomi de cupru pot fi aranjați unul după altul de-a lungul diametrului monezii?

**3.** Dacă pe o lungime de 3,1 cm se pot aranja $10^8$ atomi de sodiu, calculează diametrul unui atom de sodiu.

**4.** Realizează asocierea dintre denumirea elementului din coloana **A** și simbolul său chimic, situat în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| 1) calciu | a) Ar |
| 2) argon | b) Ni |
| 3) nichel | c) F |
| 4) fer | d) Ti |
| 5) aluminiu | e) K |
| 6) fosfor | f) P |
| 7) fluor | g) Al |
| 8) titan | h) Hg |
| 9) potasiu | i) Ca |
| 10) mercur | j) Fe |

**5.** Completează spațiile libere din următorul tabel:

| Element | Simbol chimic |
|---|---|
| cobalt | |
| | Si |
| | Be |
| oxigen | |
| vanadiu | |
| | P |
| | N |
| zinc | |



**6.** Scrie simbolurile chimice ale următoarelor elemente: bariu, fier, bor, azot, beriliu, bismut, fluor, fosfor, aur, argint, argon, astatin, arsen.

**7.** Denumește elementele reprezentate prin următoarele simboluri: U, Br, O, Ne, Ni, H, Na, K, I, Hg, P.

**8.** Următoarele cuvinte au fost scrise intenționat într-o anumită formă. Identifică elementele ale căror simboluri se regăsesc în aceste cuvinte:

**a)** CaLiC; **b)** GeNiAl; **c)** TeNeBrOs; **d)** TaCTiCoS;
**e)** OSPICIU; **f)** LaNTaN; **g)** BINe; **h)** BiNe;
**i)** CArNiVORe; **j)** AmErICaN; **k)** PoLiXeNoS; **l)** CuNOSCUTe;
**m)** XeNoFOB.

**9.** Reprezintă:

**a)** 3 atomi de hidrogen; **b)** 7 atomi de potasiu;
**c)** 10 atomi de mercur; **d)** 5 atomi de clor.

**10.** Completează rubricile libere ale următorului tabel:

| Element | Simbol | Z | A | p | n | $e^-$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $^{31}_{15}P$ | | | | | |
| | | 20 | 40 | | | |
| | | | | 11 | 12 | |
| | | | | | 71 | 51 |
| | | 35 | | | 45 | |
| | | | | 19 | 20 | |

**11.** Reprezintă structura atomică a izotopului radioactiv al fosforului, $^{31}_{15}P$, utilizat pentru diagnosticarea unor tumori cerebrale.

**12.** Se dau elementele cu Z = 12 și Z = 19. Modelează configurația electronică a atomilor acestora.

**13.** Unui element ce are numărul de masă 31 îi mai lipsesc trei electroni pentru a avea pe stratul al treilea configurație stabilă de octet.

**a)** Identifică elementul.
**b)** Determină numărul atomic, numărul de protoni, neutroni, electroni, sarcina nucleară și a învelișului de electroni.
**c)** Reprezintă configurația electronică a elementului.
**d)** Stabilește caracterul chimic al elementului.

**14.** Stabilește numărul atomic Z pentru elementele care au următoarele caracteristici:

**a)** $E_1$ are doi electroni pe stratul al doilea ;
**b)** $E_2$ prezintă două straturi, iar stratul al doilea este complet ocupat cu electroni;
**c)** $E_3$ este elementul căruia îi lipsesc doi electroni de pe sratul al doilea pentru a avea configurație stabilă de octet.

**15.** Atomul unui element prezintă următoarea configurație electronică: K – $xe^-$; L – $8e^-$; M – $(8–x)e^-$. Identifică numărul atomic al elementului.

**16.** Se consideră elementul cu următoarea configurație electronică: K – $xe^-$; L – $ye^-$; M – $(y - x)e^-$. Câți protoni are acest atom?

**17.** Indică două elemente ai căror atomi au electronul distinctiv situat pe stratul al treilea (M).

**18.** Completează rubricile libere ale următorului tabel:

| Element | Simbol chimic | Z | A | p | n | $e^-$ | Sarcina nucleară | Sarcina învelișului electronic | Configurația electronică |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 13 | | | 14 | | | | |
| | | | 40 | | | | | | K – $2e^-$; L – $8e^-$; M – $8e^-$; N – $2e^-$ |
| | $^{19}_{9}F$ | | | | | | | | |
| | | | | | 8 | | +8 | | |
| | | | | | 10 | | | –10 | |
| | | | 14 | | | | | –7 | |
| | | | | 12 | 12 | | | | |
| | | | 7 | | | 3 | | | |
| | | | | | 12 | | | | K – $2e^-$; L – $8e^-$; M – $1e^-$ |

**19.** Determină numărul de moli de atomi din:

**a)** 6 g atomi de hidrogen; **b)** 40 g atomi de calciu;

**c)** 60 kg atomi de oxigen; **d)** 15 kg atomi fosfor.

**20.** Determină masa (g) pentru:

**a)** 5 moli azot; **b)** 2 moli uraniu;

**c)** 3 moli fer; **d)** 4 moli nichel;

**e)** 10 kmoli fluor; **f)** 2,5 kmoli neon.

**21.** Calculează numărul de atomi din:

**a)** 2 moli magneziu; **b)** 0,5 moli argint;

**c)** 0,5 kmoli argint; **d)** 120 g carbon;

**e)** 120 kg carbon; **f)** 3,5 g litiu.

**22.** Determină numărul de electroni, respectiv, neutroni, din:

**a)** 23 g sodiu; **b)** 2 moli potasiu;

**c)** 5 kmoli neon; **d)** 4 kg calciu.

**23.** Calculează numărul de electroni de valență din:

**a)** 1 mol argint; **b)** 1,4 g litiu;

**c)** 4,8 kg magneziu; **d)** 0,3 kmoli aluminiu.

**24.** Care din următorii izotopi aparțin aceluiași element: $^{12}_{6}X$, $^{14}_{6}X$, $^{16}_{8}X$, $^{16}_{7}X$, $^{14}_{7}X$?

**25.** Oxigenul prezintă trei izotopi: $^{16}_{8}O$ (99,75%), $^{17}_{8}O$ (0,037%) și $^{18}_{8}O$ (0,204%). Calculează masa atomică relativă a oxigenului.



**26.** Stibiul se găsește în natură sub formă de $^{121}Sb$ în proporție de 57,25%, iar restul, ca $^{123}Sb$. Care este masa atomică relativă a stibiului?

**27.** Bromul prezintă doi izotopi: $^{79}Br$ și $^{81}Br$. Știind că masa atomică relativă a bromului este 79,90, calculează procentele de răspândire a celor doi izotopi.

**28.** Care este masa atomică medie a unui amestec format din trei atomi $^{35}Cl$ și un atom $^{37}Cl$?

**29.** Folosind sistemul periodic, identifică poziția următoarelor elemente: aluminiu, cesiu, rubidiu, fer, nichel, magneziu, xenon, sulf.

**30.** Utilizând sistemul periodic, identifică următoarele elemente:

**a)** $E_1$ aflat în perioada a 2-a, grupa a VII-a A;

**b)** $E_2$ aflat în perioada a 4-a, grupa a IV-a B;

**c)** $E_3$ situat în perioada a 7-a, grupa a II-a A;

**d)** $E_4$ aflat în perioada a 2-a, grupa a IV-a A.

**31.** Se dă elementul $^{27}_{13}E$. Reprezintă:

**a)** structura sa atomică;

**b)** sarcina învelișului electronic și sarcina nucleară;

**c)** caracterul chimic;

**d)** configurația electronică;

**e)** poziția în sistemul periodic (cu justificare).

**32.** Un element E este situat în grupa 17, perioada a 3-a. Determină numărul atomic *Z* și caracterul chimic al acestuia.

**33.** Completează rubricile libere din următorul tabel:

| Element | Simbol chimic | Z | Configurația electronică | Nr. grupei | Nr. perioadei |
|---|---|---|---|---|---|
| Siliciu | | | | | |
| | | 10 | | | |
| | | | K – $2e^-$; L – $8e^-$; M – $1e^-$ | | |
| | | | | IV A | 2 |
| | $^{16}_{8}O$ | | | | |
| | | | | II A | 3 |
| | | | K – $2e^-$; L – $2e^-$ | | |

**34.** Determină numărul atomic Z și caracterul chimic al următoarelor elemente:

**a)** $E_1$ aflat în perioada a 3-a, grupa a II-a A;

**b)** $E_2$ situat în perioada a 2-a, grupa I A;

**c)** $E_3$ poziționat în perioada a 2-a, grupa a VIII-a A;

**d)** $E_4$ localizat în perioada a 2-a, grupa a IV-a A.

**35.** Precizează configurația electronică pentru elementele:

**a)** $E_1$ situat în perioada a 2-a, grupa a V-a A;

**b)** $E_2$ căruia îi lipsește un electron de pe stratul al doilea pentru a avea configurație stabilă de octet;

**c)** $E_3$ care are trei electroni pe stratul al treilea;

**d)** $E_4$ cu numărul de ordine 11;

**e)** $E_5$ care are stratul al doilea complet ocupat.

**36.** Reprezintă prin săgeți corespondența între element și valența acestuia față de hidrogen, cât și față de oxigen:

| Valența față de hidrogen | Simbolul elementului chimic | Valența față de oxigen |
|---|---|---|
| I | S | I |
| II | O | II |
| III | Al | III |
| IV | Na | IV |
| | Ca | V |
| | Ar | VI |
| | C | VII |
| | F | VIII |
| | P | |

**37.** Pentru elementele $_3$Li, $_7$N, $_{15}$P, $_{19}$K indică:

**a)** configurația electronică;

**b)** poziția în sistemul periodic;

**c)** caracterul chimic;

**d)** valența față de hidrogen și față de oxigen.

**38.** Completează spațiile libere din următorul tabel:

| Element | Simbol chimic | Z | A | p | n | $e^-$ | Sarcina nucleară | Sarcina învelișului electronic | Configurația electronică | Grupa | Perioada | Valența față de hidrogen | Valența față de oxigen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $^9_4$Be | | | | | | | | | | | | |
| | | 17 | 35 | | | | | | | | | | |
| | | | 40 | | | | +18 | | | | | | |
| | | | | | 6 | | +5 | | | | | | |
| | | | | | 14 | 13 | | | | | | | |
| | | | | | 8 | | | | $K$–2$e^-$; $L$–6$e^-$ | | | | |
| | | 6 | | | 6 | | | | | | | | |
| | | | 27 | | | | | –13 | | | | | |

**39.** Ce fel de ioni formează metalele? Dar nemetalele? Modelează formarea ionilor în cele două cazuri.

**40.** Realizează corespondența dintre elementele din coloana **A** și tipul de ioni pe care îi formează, reprezentat în coloana **B**:



| A | B |
|---|---|
| Ne | Ioni pozitivi |
| K | |
| Na | |
| Al | Ioni negativi |
| Fe | |
| Cr | |
| Br | Nu formează ioni |
| N | |
| Kr | |

**41.** Reprezintă procesele de ionizare pentru atomii următoarelor elemente: Li, Al, N, O, Cl, Ca. Ce caracter chimic și ce electrovalență prezintă?

**42.** Reprezintă procesele de ionizare pentru atomii următoarelor elemente:

**a)** $E_1$ aflat în perioada a 4-a, grupa a I-a A;

**b)** $E_2$ ce are $Z = 17$;

**c)** $E_3$ situat în căsuța numărul 8;

**d)** $E_4$ căruia îi lipsesc doi electroni pentru a avea pe stratul al treilea configurație stabilă de octet.

**43.** Completează spațiile libere din următorul tabel:

| Simbol | $Cl^-$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| p | | 16 | 34 | | 21 | 28 | | | |
| n | | 16 | 45 | 42 | 23 | 31 | 16 | 74 | 10 |
| $e^-$ | | | 36 | 36 | | 26 | 18 | 54 | 10 |
| Sarcina ionului | | 2– | | 3– | 3+ | | 3– | 1– | 0 |

**44.** Determină numărul de ordine $Z$ pentru următoarele elemente:

**a)** $E_1$ formează ioni de tipul $E_1^{2+}$ izoelectronici cu neonul;

**b)** $E_2$ formează ioni de tipul $E_2^{2-}$ izoelectronici cu argonul.

**45.** Care din următorii ioni sunt izoelectronici cu argonul: $K^+$, $Ca^{2+}$, $Al^{3+}$, $Si^{4+}$, $P^{3-}$, $S^{2-}$, $Cl^-$?

**46.** Modelează formarea legăturii ionice între următoarele perechi de elemente:

**a)** calciu și fluor;

**b)** sodiu și clor;

**c)** magneziu și oxigen;

**d)** potasiu și sulf.

**47.** Specifică tipul de legătură chimică ce există în următorii compuși: LiCl, $CO_2$, $NH_3$, CaO, $MgF_2$, $N_2$, $H_2$.

**48.** Modelează tipul de legătură chimică ce se realizează între elementul *X* situat în grupa a II-a A, perioada a 3-a şi elementul *Y* căruia îi lipsesc doi electroni de pe stratul al doilea pentru a avea configuraţie stabilă de octet.

**49.** Reprezintă formarea legăturii chimice între hidrogen şi următoarele elemente: carbon, azot, fluor, fosfor, hidrogen.

**50.** Figurează formarea legăturii chimice între:

**a)** carbon şi clor; **b)** doi atomi de clor;
**c)** hidrogen şi fluor; **d)** doi atomi de oxigen;
**e)** doi atomi de azot; **f)** hidrogen şi clor.

Specifică tipul de moleculă ce se formează şi covalenţa fiecărui element.

**51.** Clasifică următoarele substanţe (compus ionic sau tip de moleculă): LiCl, $K_2O$, $N_2$, $P_4$, $NH_3$, $S_8$, $H_2SO_4$, NaOH, $H_2O$.

## Test grilă

Pentru enunţurile 1-20 de mai jos se dau patru variante de răspuns, notate cu litere de la **a)** la **d)**. Răspunsurile pot fi adevărate toate, trei, două, unul sau niciunul. Încercuieşte răspunsul (răspunsurile) pe care îl (le) consideri corect(e).

**1.** Afirmaţiile corecte despre atom sunt:
**a)** este neutru electric;
**b)** are numărul de protoni egal cu numărul de electroni;
**c)** are numărul de protoni egal cu numărul de neutroni;
**d)** se poate vedea cu ochiul liber.

**2.** Numărul de masă A reprezintă:
**a)** numărul de protoni din nucleu;
**b)** numărul de electroni;
**c)** suma dintre numărul de protoni şi numărul de electroni;
**d)** suma dintre numărul de protoni şi numărul de neutroni.

**3.** Numărul atomic Z indică:
**a)** numărul de ordine al elementului în sistemul periodic;
**b)** numărul de protoni din nucleu;
**c)** numărul de neutroni din nucleu;
**d)** numărul de electroni din învelişul electronic.

**4.** Afirmaţiile corecte despre electron sunt:
**a)** are masă neglijabilă;
**b)** sarcina sa este pozitivă;
**c)** sarcina sa este negativă;
**d)** este neutru electric.



**5.** Izotopii sunt specii de atomi cu următoarele caracteristici:
**a)** au acelaşi număr de protoni, dar un număr diferit de electroni;
**b)** au acelaşi număr de protoni, dar un număr diferit de neutroni;
**c)** au acelaşi simbol chimic;
**d)** au acelaşi număr atomic Z, dar număr de masă A diferit.

**6.** Numărul de atomi din 8 g $^{16}_{8}O$ este:
**a)** $6{,}023 \cdot 10^{23}$; **b)** $60{,}23 \cdot 10^{22}$; **c)** $3{,}0115 \cdot 10^{23}$; **d)** $30{,}115 \cdot 10^{22}$.

**7.** Numărul de electroni din 8 g $^{16}_{8}O$ este:
**a)** $24{,}092 \cdot 10^{23}$; **b)** $2{,}4092 \cdot 10^{24}$; **c)** $3{,}0115 \cdot 10^{23}$; **d)** $30{,}115 \cdot 10^{22}$.

**8.** Numărul grupei principale este dat de:
**a)** numărul straturilor ocupate cu electroni;
**b)** numărul substraturilor ocupate cu electroni;
**c)** numărul de electroni de pe ultimul strat;
**d)** numărul electronilor de valenţă.

**9.** Numărul perioadei este dat de:
**a)** numărul straturilor ocupate cu electroni;
**b)** numărul substraturilor ocupate cu electroni;
**c)** numărul de electroni de pe ultimul strat;
**d)** numărul electronilor de valenţă.

**10.** Un element ce are configuraţia electronică K – $2e^-$; L – $8e^-$; M – $2e^-$ prezintă următoarele caracteristici:
**a)** este situat în grupa a III-a A, perioada a 2-a;
**b)** este situat în grupa a III-a B, perioada a 2-a;
**c)** este situat în grupa a II-a B, perioada a 3-a;
**d)** este situat în grupa a II-a A, perioada a 3-a.

**11.** Un element situat în grupa a III-a A, perioada a 2-a prezintă următoarea configuraţie electronică:
**a)** K – $2e^-$; L – $8e^-$; M – $3e^-$; **b)** K – $2e^-$; L – $3e^-$;
**c)** K – $2e^-$; L – $8e^-$; M – $2e^-$; **d)** K – $2e^-$; L – $7e^-$; M – $3e^-$.

**12.** Metalele:
**a)** prezintă caracter electronegativ;
**b)** prezintă caracter electropozitiv;
**c)** formează ioni pozitivi;
**d)** formează ioni negativi.

**13.** Nemetalele:
**a)** au caracter electronegativ;
**b)** acceptă electroni, formând ioni pozitivi;
**c)** participă cu alţi atomi de nemetal la formarea legăturii covalente;
**d)** intră atât în compoziţia compuşilor ionici, cât şi a moleculelor.

**14.** Molecula prezintă următoarele caracteristici:
**a)** este neutră electric;
**b)** se formează prin transfer de electroni;
**c)** formează prin punere în comun de electroni;
**d)** prezintă legătură ionică între atomii componenţi.

**15.** În molecule poate exista:
**a)** legătură covalentă polară; **b)** legătură covalentă nepolară;
**c)** legătură ionică; **d)** legătură metalică.

**16.** Compușii ionici:
**a)** se formează prin cedare-acceptare de electroni între elemente cu caracter electrochimic diferit;
**b)** se formează prin cedare-acceptare de electroni între elemente cu caracter electrochimic identic;
**c)** prezintă legătură covalentă;
**d)** au sarcină electrică.

**17.** Între calciu (Z = 20) și fluor (Z = 9) se poate forma legătură:
**a)** covalentă polară; **b)** covalentă nepolară;
**c)** ionică; **d)** metalică.

**18.** Alege șirul (șirurile) în care există numai compuși ionici:
**a)** $CaCl_2$, $NO_2$, $N_2$, KCl; **b)** $CaCl_2$, KF, $MgCl_2$, $Li_2O$;
**c)** $N_2$, HCl, $CaCl_2$, $Li_2O$; **d)** $CaCl_2$, $CaF_2$, KCl, MgO.

**19.** Alege șirul (șirurile) în care există numai molecule:
**a)** $H_2O$, $K_2O$, $N_2$, $I_2$; **b)** HCl, HI, KOH, $NiCl_2$;
**c)** $AlCl_3$, $F_2$, $CCl_4$, $C_2H_5OH$; **d)** HI, HBr, HCl, HF.

**20.** Alege șirul (șirurile) în care există numai substanțe compuse:
**a)** $H_2O$, $NH_3$, $F_2$, NaCl; **b)** $O_2$, $I_2$, HI, $CCl_4$;
**c)** NaCl, $CaCl_2$, KCl, $MgCl_2$; **d)** $N_2$, $CO_2$, $Br_2$, $P_4$.

## 2.2. Calcule pe baza formulelor chimice

**1.** Stabilește formulele chimice ale compușilor alcătuiți din:
**a)** aluminiu și oxigen; **b)** argint și clor;
**c)** fer (III) și sulf; **d)** sulf (VI) și oxigen;
**e)** cupru (I) și oxigen; **f)** zinc și brom;
**g)** crom (III) și clor.

**2.** Calculează valența metalului din următorii compuși: $NaCl^{I}$; $NiCl_2^{I}$; $Cu(SO_4)^{II}$; $Hg(NO_3)_2^{I}$; $Zn(OH)_2^{I}$; $Cr_2(SO_4)_3^{II}$; $Fe_2O_3^{II}$; $K_2(CO_3)^{II}$.

**3.** Scrie formulele chimice ale următorilor compuși:
**a)** acid sulfuric; **b)** acid azotos;
**c)** clorură de fer (III); **d)** tetraclorură de carbon;
**e)** dioxid de sulf; **f)** hidroxid de amoniu;
**g)** fluorură de calciu; **h)** carbonat de sodiu;
**i)** sulfură de aluminiu; **j)** oxid de bariu.



**4.** Identifică greșelile strecurate intenționat în formulele chimice următoare și corectează-le:
**a)** NaS; **b)** MgOH; **c)** CaO; **d)** $CO_2$;
**e)** $AgCl_2$; **f)** $AlO_2$.

**5.** Calculează raportul numărului de atomi, respectiv, raportul masic, pentru următoarele substanțe:
**a)** $Mg(NO_3)_2$; **b)** $HClO_4$; **c)** $KClO_3$; **d)** $Ca(OH)_2$;
**e)** $SiCl_4$; **f)** $C_2H_5OH$.

**6.** Pe baza raportului numărului de atomi, identifică formulele chimice din următoarele cazuri:
**a)** H:O = 2:1; **b)** Ag:N:O = 1:1:3;
**c)** S:O = 1:3; **d)** Ba:Cl:O = 1:2:6;
**e)** K:S:O = 2:1:4; **f)** Ca:P:O = 3:2:8.

**7.** Determină formula chimică a compușilor ce prezintă următoarele rapoarte de masă:
**a)** H:C:O = 1:6:24; **b)** Ca:H:C:O = 20:1:12:48;
**c)** Na:P:O = 69:31:64; **d)** Mg:O:H = 12:16:1;
**e)** H:Cl:O = 1:35,5;64; **f)** Fe:Br = 7:20.

**8.** Calculează masa molară a următoarelor substanțe:
**a)** sodă caustică (hidroxid de sodiu);
**b)** brom;
**c)** vitriol (acid sulfuric);
**d)** oxid feric (oxid de fer (III));
**e)** piatra-iadului (azotat de argint);
**f)** azot;
**g)** ozon (formă alotropică a oxigenului, cu trei atomi de oxigen/moleculă);
**h)** piatră-vânătă (sulfat de cupru).

**9.** Calculează masa de substanță din:
**a)** 2,5 moli oxigen; **b)** 5 moli iod;
**c)** 0,5 kmoli acid azotic; **d)** 3 kmoli oxid de calciu;
**e)** 10 moli carbonat de sodiu.

**10.** Determină numărul de moli de substanță din:
**a)** 25 g piatră de var (carbonat de calciu);
**b)** 19 g clorură de magneziu;
**c)** 80 g brom;
**d)** 37 g hidroxid de calciu;
**e)** 40 kg metan.

**11.** Calculează numărul de molecule și numărul total de atomi din:
**a)** 1,5 moli amoniac; **b)** 14 g monoxid de carbon;
**c)** 19,6 kg acid sulfuric; **d)** 80 kg trioxid de sulf;
**e)** 2 kmoli heliu.

**12.** Calculează numărul de atomi de oxigen din:
**a)** 2 moli oxid feroferic ($Fe_3O_4$);
**b)** 11 g dioxid de carbon;

**c)** 3,6 kg apă;
**d)** 11,2 kg var nestins (oxid de calciu);
**e)** 28,8 g acid sulfuric;
**f)** 9,6 g praf de copt (carbonat de amoniu);
**g)** 7 kmoli hidroxid de sodiu;
**h)** 0,5 moli azotat de argint.

**13.** Calculează masa de acid sulfuric ce conține:
**a)** 16 g sulf; **b)** 16 g oxigen;
**c)** $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi oxigen; **d)** 1 kg hidrogen.

**14.** Determină masa de hidrogen din:
**a)** 36 g apă;
**b)** 3,4 kg amoniac;
**c)** $6{,}023 \cdot 10^{22}$ molecule de acid clorhidric;
**d)** 2 moli hidroxid de sodiu;
**e)** 0,1 kmoli acid sulfuric.

**15.** Determină compoziția procentuală a următoarelor substanțe:
**a)** carbonat de sodiu; **b)** tetraclorură de carbon;
**c)** clorură de bariu; **d)** acid carbonic;
**e)** hidroxid de aluminiu; **f)** sulfat de amoniu.

**16.** O substanță conține 25% hidrogen, restul carbon. Știind că masa moleculară a acesteia este 16, determină formula moleculară a substanței.

**17.** Un compus A conține 40% cupru, 20% sulf și restul oxigen. Determină formula chimică a acestuia, dacă 1 mol compus A cântărește 160 g.

**18.** Un acid care are un atom de azot pe moleculă prezintă următoarea compoziție procentuală: 1,59% hidrogen, 22,22% azot și restul oxigen. Determină formula chimică și denumirea acestuia.

**19.** Soda caustică are 57,5% sodiu, 40% oxigen și 2,5% hidrogen. Calculează formula chimică a sodei caustice și stabilește denumirea științifică a acesteia, știind că un mol substanță cântărește 40 g.

**20.** Pentru azotatul de amoniu, $NH_4NO_3$, calculează:
**a)** masa molară;
**b)** raportul numărului de atomi și cel masic;
**c)** compoziția procentuală (prin două metode);
**d)** numărul de moli din 16 g substanță;
**e)** masa de substanță din 2 kmoli azotat de amoniu;
**f)** numărul de atomi de azot din 3,2 g azotat de amoniu.

**21.** Determină numărul de electroni din:
**a)** 46 g Na; **b)** 2 moli $F_2$; **c)** 10 kg Ne.

**22.** Calculează numărul de neutroni din:
**a)** 12 g C; **b)** 20 moli $H_2$; **c)** 2 kg $O_2$; **d)** 0,5 kmoli $N_2$.

**23.** Se dau configurațiile electronice ale următorilor atomi:
**A:** $K - 2e^-$; $L - 3e^-$
**B:** $K - 2e^-$; $L - 6e^-$
**D:** $K - 2e^-$; $L - 7e^-$



**E:** $K - 2e^-$; $L - 8e^-$
**F:** $K - 2e^-$; $L - 8e^-$; $M - 1e^-$
**G:** $K - 2e^-$; $L - 8e^-$; $M - 5e^-$

Scrie formulele substanțelor ce conțin elementele:
**a)** A și D; **b)** A și G; **c)** G și B; **d)** numai D;
**e)** numai E; **f)** F și D.

**24.** O clorură a fosforului conține 31 g fosfor și 177,5 g clor, iar alta, 31 g fosfor și 106,5 g clor. Determină formulele celor două cloruri.

**25.** Un element X situat în grupa a VI-a A, perioada a 2-a formează cu carbonul doi compuși, în care raportul masic este C:X = 3:4, respectiv, C:X = 3:8. Identifică cei doi oxizi și denumește-i.

**26.** Masa molară a unei cloruri ce aparține unui metal trivalent este 162,5 g/mol. Determină metalul respectiv.

**27.** Un compus oxigenat al sodiului, $Na_2SO_x$, a fost analizat și s-a constatat că el conține 45,07% oxigen. Determină valoarea lui x.

**28.** Un amestec de clorură de argint și bromură de argint conține 60,94% argint în procente de masă. Determină procentul de clor, respectiv, de brom din amestec.

**29.** Prin combinarea a 11,2 g metal trivalent cu clorul rezultă 32,5 g clorură. Identifică metalul.

**30.** 0,32 g dintr-un metal divalent X se combină cu oxigenul, formându-se 0,4 g oxid. Scrie formula chimică a oxidului.

**31.** Sulful se întâlnește sub forma a doi oxizi. Știind că se ard 0,16 g sulf și rezultă 0,4 g oxid, determină valența sulfului în acest compus.

**32.** Un element A formează un ion pozitiv monovalent izoelectronic cu neonul, iar elementul B conduce la ion negativ divalent izoelectronic cu argonul. Determină:
**a)** caracterul chimic și electrochimic al celor două elemente;
**b)** formula chimică a compusului format între cele două elemente;
**c)** numărul de ioni din 15,6 g compus.

**33.** Determină masa molară a următoarelor substanțe:
**a)** ipsos, $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$; **b)** piatră-vânătă, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$;
**c)** sare amară, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; **d)** sodă cristalizată, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$.

**34.** O probă dintr-un cristalohidrat cu formula $Na_2SO_4 \cdot xH_2O$ cântărește 15 g și conține 8,39 g apă. Determină valoarea lui *x*.

**35.** Prin îndepărtarea apei din 2,44 g cristalohidrat $BaCl_2 \cdot xH_2O$, masa acestuia se reduce cu 0,36 g. Scrie formula chimică a acestui cristalohidrat.

**36.** Ipsosul este un cristalohidrat al sulfatului de calciu ce conține 27,59% calciu. Determină formula chimică a ipsosului.

**37.** Determină compoziția procentuală masică a următoarelor minerale:
**a)** carnalit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$);
**b)** cainit ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$);
**c)** talc ($3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$);
**d)** sodă cristalizată ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$).

**38.** Determină formulele următoarelor minerale ce au compoziția procentuală masică de mai jos:

**a)** 27,16% MgO; 60,7% $SiO_2$; 12,14% $H_2O$;

**b)** 56,17% $ZnSO_4$; 43,86% $H_2O$;

**c)** 85,24% $BaCl_2$; 14,76% $H_2O$.

**39.** Calculează numărul de moli și numărul de molecule de apă din:

**a)** 12,065 g carnalit;

**b)** 5 g piatră-vânătă;

**c)** 14,3 kg sodă cristalizată.

**40.** Cristalohidratul clorurii metalului situat în grupa a II-a A, perioada a 4-a, prin încălzire își micșorează masa cu 49,32%. Determină formula chimică a acestui cristalohidrat.

**41.** Calaicanul este sulfatul de fer (II) hidratat. Știind că prezintă, în procente masice, 45,32% apă, determină formula chimică a acestuia.

**42.** Determină formula chimică a cristalohidraților cu următoarea compoziție procentuală masică:

**a)** 19,51% crom; 39,96% clor; 4,5% hidrogen și restul oxigen;

**b)** 24,79% cobalt; 29,83% clor; 5,04% hidrogen și restul oxigen.

## 2.3. Probleme propuse

**1.** Completează spațiile libere din următorul tabel:

| Element chimic | Simbol chimic |
|---|---|
| mercur | |
| | Na |
| | K |
| cobalt | |
| crom | |
| | Ag |
| | Ar |
| | N |

**2.** Reprezintă:

**a)** 10 atomi de sodiu;

**b)** 3 atomi de fer.

**3.** Izotopul radioactiv al carbonului $^{14}_{6}C$ se folosește în arheologie pentru a stabili vârsta obiectelor istorice și preistorice care conțin carbon. Reprezintă structura chimică a acestuia.



**4.** Un element prezintă pe stratul a treilea trei electroni. Știind că între numărul atomic $Z$ și numărul de masă $A$ există relația matematică $A = 2Z + 1$, determină:

**a)** structura atomică a elementului;

**b)** configurația electronică;

**c)** poziția în Sistemul Periodic (cu justificare);

**d)** caracterul chimic și electrochimic;

**e)** modelarea procesului de ionizare;

**f)** valența.

**5.** Determină numărul atomic $Z$ pentru elementul:

**a)** $E_1$ situat în grupa a III-a A perioada a 2-a;

**b)** $E_2$ căruia îi mai lipsesc trei electroni de pe stratul al doilea pentru a avea configurație stabilă de octet.

**6.** Un element $X$ formează ioni monovalenți pozitivi izoelectronici cu neonul, iar un element $Y$, ioni negativi divalenți izoelectronici cu argonul. Indică:

**a)** poziția în Sistemul Periodic a celor două elemente;

**b)** caracterul chimic și electrochimic;

**c)** formula chimică a compusului alcătuit din cele două elemente;

**d)** numărul de moli și masa de substanță ce conțin 460 g element X.

**7.** Reprezintă formulele chimice pentru următoarele substanțe:

**a)** acid clorhidric;

**b)** sulfat de fer (III);

**c)** oxid de aluminiu;

**d)** dioxid de carbon;

**e)** clorură de magneziu;

**f)** carbonat de calciu.

**8. a)** Modelează formulele chimice ale oxizilor următoarelor elemente: $S^{IV}$, $S^{VI}$, $Fe^{II}$, $Fe^{III}$, $C^{IV}$, $Cr^{III}$, $Cu^{I}$, $Cu^{II}$.

**b)** Calculează raportul numărului de atomi și raportul masic pentru oxizii de mai sus.

**9. A)** Calculează masa molară pentru următoarele substanțe: **a)** vitriol; **b)** sodă caustică; **c)** var nestins; **d)** piatra-iadului.

**B)** Determină masa de oxigen ce se găsește în 10 g din fiecare compus de la punctul A).

**10.** Determină masa de sulfat de sodiu ce conține:

**a)** 32 g oxigen;

**b)** $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi de sodiu;

**c)** 6,4 kg sulf;

**d)** 11,5 g sodiu.

**11.** Reprezintă formula chimică pentru compușii cu următoarea compoziție procentuală:

**a)** 50% S; 50% O;

**b)** 57,5% Na; 40% O; 2,5% H;

**c)** 27,38% Na; 1,19%H; 14,28% C; 57,14% O;

**d)** 35% N; 5% H; 60% O.

**12.** Se dau elementele cu configurația electronică: *A*: *K*-$xe^-$ *L*-$ye^-$ *M*- $(y\text{-}x)e^-$ și *B* : *K*-$xe^-$ *L*-$ye^-$ *M* – $xe^-$. Știind că numărul de masă este dublu față de numărul atomic pentru fiecare element în parte, determină:

**a)** configurația electronică și denumirea elementelor;
**b)** poziția acestora în Sistemul Periodic;
**c)** structura atomică;
**d)** caracterul chimic și electrochimic;
**e)** valența;
**f)** numărul de atomi din 2 moli *A*, respectiv, 72 g *B* ;
**g)** formula chimică a compusului format din cele două elemente;
**h)** raportul atomic și raportul de masă pentru compusul respectiv;
**i)** masa molară;
**j)** compoziția procentuală masică;
**k)** numărul de atomi ai elementului *A* din 2,8 g compus;
**l)** numărul de moli de compus ce conțin 1,6 g *A*.

**13.** Calculează numărul de protoni și de neutroni din:

**a)** 16 g $O_2$;
**b)** 20 g Ca;
**c)** 5 kmoli $Cl_2$;
**d)** 11,2 kg Fe.

**14.** Calculează numărul electronilor de valență din:

**a)** 5,4 g Al;
**b)** 3 kmoli Na;
**c)** 24 kg Mg.

**15.** Determină numărul de atomi de oxigen din:

**a)** 4,9 g acid sulfuric;
**b)** 2 kg hidroxid de sodiu;
**c)** 5 kmoli apă;
**d)** 2 moli hidroxid de calciu.

**16.** O hârtie îmbibată cu clorură cobaltoasă este colorată în albastru în aer uscat și roz în aer umed, putând servi pentru aprecierea gradului de umiditate a atmosferei. Determină formula chimică a cristalohidratului clorurii cobaltoase ($CoCl_2 \cdot x\ H_2O$), dacă are un conținit de 24,79 % cobalt.

**17.** Gipsul este un cristalohidrat al sulfatului de calciu. Prin îndepărtarea apei din 3,44 g cristalohidrat, masa acestuia scade cu 0,72 g. Determină formula chimică a gipsului.



# Cap. 3. Reacții chimice. Legea conservării masei. Calcule chimice

## 3.1. Clasificarea substanțelor. Ecuații ale reacțiilor chimice

**1.** Clasifică următoarele substanțe: $H_2SO_4$, $SO_2$, $CO_2$, KOH, $AgNO_3$, $Li_2SO_4$, $H_2$, $Fe_2O_3$, Ni.

**2.** Denumește următorii oxizi și indică valența elementelor din compoziția lor: CaO, $SiO_2$, $CO_2$, $K_2O$, FeO, $Fe_2O_3$.

**3.** Denumește următoarele baze: KOH, $Ca(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$, $Cu(OH)_2$.

**4.** Denumește următorii acizi: $H_2SO_4$, $H_2SO_3$, $H_3PO_4$, $H_2PO_3$, HF, HCl, HBr, $HNO_3$, $HNO_2$, $H_2CO_3$, $H_2S$.

**5.** Alege dintre următoarele formule pe acelea care desemnează săruri: $FeCl_3$, $K_2S$, LiOH, CaO, $Ca(OH)_2$, $Al_2(SO_4)_3$, $Ca_3(PO_4)_2$, $SO_2$, HCl, NaF. Scrie denumirile corespunzătoare sărurilor identificate.

**6.** Se arde o panglică de magneziu cu masa de 1,2 g, rezultând 2 g oxid de magneziu. Calculează cantitatea de oxigen necesară. Ce observi dacă efectuezi acest experiment în laborator?

**7.** Se ard x g aluminiu în 96 g oxigen, rezultând 204 g oxid de aluminiu. Determină valoarea lui x și notează observațiile remarcate în urma efectuării acestui experiment.

**8.** 1 mol fer reacționează cu clorul, formându-se 162,5 g clorură. Precizează valența ferului în compusul obținut.

**9.** O anumită cantitate de cărbune cu un conținut de 80% carbon se arde în 6,4 g oxigen, rezultând 0,2 moli dioxid de carbon. Calculează masa de cărbune utilizată.

**10.** 20 g hidrogen reacționează cu 160 g oxigen. Determină:

**a)** cantitatea de apă care se formează;
**b)** numărul total de moli de hidrogen și oxigen care se consumă;
**c)** numărul total de molecule de hidrogen și oxigen care se consumă;
**d)** numărul de molecule de apă care se formează;
**e)** numărul total de atomi care reacționează;
**f)** numărul total de atomi ce rezultă.

**11.** Stabilește coeficienții următoarelor ecuații:

**a)** $Mg + O_2 \longrightarrow MgO$

**b)** $H_2 + I_2 \longrightarrow HI$

**c)** $NaOH + AlCl_3 \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + NaCl$

**d)** $NaHCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} Na_2CO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$

e) $Fe + HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

f) $Al + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$

g) $AgNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Ag_2SO_4 + HNO_3$

h) $AlCl_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + HCl$

i) $KOH + H_3PO_4 \longrightarrow K_3PO_4 + H_2O$

j) $PbO_2 \xrightarrow{t°C} PbO + O_2\uparrow$

k) $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

**12.** Scrie și egalează ecuațiile următoarelor reacții chimice:

**a)** hidrogen + oxigen ⟶ apă;

**b)** hidrogen + fluor ⟶ acid fluorhidric;

**c)** acid fluorhidric + hidroxid de sodiu ⟶ fluorură de sodiu + apă;

**d)** clorură de fer (III) + hidroxid de potasiu ⟶ clorură de potasiu + hidroxid de fer (III);

**e)** aluminiu + clor ⟶ clorură de aluminiu;

**f)** oxid de mercur $\xrightarrow{t°C}$ mercur + oxigen;

**g)** clorură de calciu + acid azotic ⟶ azotat de calciu + acid clorhidric;

**h)** calciu + apă ⟶ hidroxid de calciu + hidrogen;

**i)** sulfat de fer (III) + clorură de bariu ⟶ sulfat de bariu + clorură de fer (III);

**j)** azot + hidrogen $\rightleftarrows$ amoniac.

**13.** Corectează greșelile introduse intenționat în scrierea următoarelor ecuații ale reacțiilor chimice:

**a)** $Na_2Cl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2Cl$

**b)** $Ag(NO_3)_2 + 3HCl \longrightarrow AgCl_3\downarrow + 3HNO_3$

**c)** $Al + O_2 \longrightarrow AlO_2$

**d)** $2MgOH + H_2SO_4 \longrightarrow Mg_2SO_4 + 2H_2O$

**e)** $2Ca + H_2SO_4 \longrightarrow Ca_2SO_4 + H_2\downarrow$

**14.** Completează produșii de reacție corespunzători următoarelor reacții de combinare:

**a)** $S + O_2 \longrightarrow$ **b)** $H_2 + I_2 \longrightarrow$

**c)** $Na + H_2 \longrightarrow$ **d)** $SO_3 + H_2O \longrightarrow$

**e)** $CaO + H_2O \longrightarrow$ **f)** $P_2O_5 + H_2O \longrightarrow$

**g)** $NH_3 + HCl \longrightarrow$

**15.** Un element cu Z = 19 reacționează cu un compus diatomic $B_2$, în care numărul de ordine al elementului B este egal cu 9.

**a)** Scrie ecuația reacției chimice.

**b)** Reprezintă tipul de legătură existent în produsul de reacție.



**c)** Denumește clasa de substanțe compuse din care face parte compusul rezultat în urma reacției.

**16.** Elementul $^{16}_{8}E$ reacționează pe rând cu substanțele simple ce conțin în structura lor elemente cu următoarele caracteristici:

- $E_1$ situat în grupa IA, perioada a 2-a;
- $E_2$ ce are configurația K-2e⁻ L-8e⁻ M-6e⁻;
- $E_3$ ce ocupă prima poziție în sistemul periodic;
- $E_4$ ce are 3e⁻ pe stratul M.

Reprezintă:

**a)** ecuațiile reacțiilor chimice care au loc în fiecare caz;

**b)** tipul de legătură chimică din compușii rezultați.

**17.** Completează următoarele ecuații chimice:

**a)** $HgO \xrightarrow{t°C} \ldots\ldots + \ldots\ldots\uparrow$

**b)** $H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} \ldots\ldots\uparrow + \ldots\ldots\uparrow$

**c)** $KClO_3 \xrightarrow{t°C} KCl + \ldots\ldots\uparrow$

**d)** $H_2O_2 \xrightarrow{t°C} H_2O + \ldots\ldots\uparrow$

**e)** $CaCO_3 \xrightarrow{t°C} \ldots\ldots + \ldots\ldots\uparrow$

**f)** $\ldots\ldots \rightleftarrows CO_2 + H_2O$

**g)** $\ldots\ldots \xrightarrow{t°C} CuO + H_2O$

**18.** Se consideră următoarea schemă-program:

$H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} a\uparrow + b\uparrow$

$a + d \longrightarrow HCl$

$C + b \longrightarrow e$

$e + b \longrightarrow f$

$S + b \longrightarrow g$

$g + b \longrightarrow h$

$h + H_2O \longrightarrow i$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor din schemă.

**c)** Clasifică substanțele întâlnite în schemă.

**d)** Clasifică reacțiile reprezentate prin ecuațiile de mai sus.

**e)** Indică tipul de legătură chimică existent în substanțele întâlnite în schemă.

**19.** Introdu un cui de fier într-o eprubetă în care se află o soluție de piatră-vânătă. Ce observi? Scrie ecuația reacției chimice corespunzătoare. Ce se întâmplă dacă introduci o sârmă de cupru într-o soluție de sulfat de fer (II)?

**20.** Completează următoarele ecuații ale reacțiilor chimice:

**a)** $Al + AgNO_3 \longrightarrow$ **b)** $Fe + HCl \longrightarrow$

**c)** $Cu + AgNO_3 \longrightarrow$ **d)** $Mg + H_2SO_4 \longrightarrow$

**e)** $H_2 + CuO \longrightarrow$ **f)** $Fe_2O_3 + C \longrightarrow$

**21.** Pe baza informațiilor furnizate de seria reactivității chimice a metalelor, identifică și completează ecuațiile reacțiilor chimice care sunt posibile:

**a)** $Ca + HOH \longrightarrow$

**b)** $Cu + HOH \longrightarrow$

**c)** $Hg + HCl \longrightarrow$

**d)** $Na + H_2SO_4 \longrightarrow$

**e)** $Mg + NaNO_3 \longrightarrow$

**f)** $Hg + AuCl_3 \longrightarrow$

**g)** $Fe + HCl \longrightarrow$

**h)** $Ag + HNO_3 \longrightarrow$

**22.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$A \xrightarrow{MnO_2} a + b\uparrow$$
$$Na + a \longrightarrow d + e\uparrow$$
$$e + b \longrightarrow a$$
$$e + Cl_2 \longrightarrow f$$
$$Na + f \longrightarrow g + e\uparrow$$
$$d + f \longrightarrow g + a$$
$$g + K \longrightarrow h + Na$$
$$Na + i \longrightarrow Fe + Na_2SO_4$$
$$Fe + j \longrightarrow i + Cu\downarrow$$

Știind că substanța A prezintă raportul atomic H:O = 1:1 și masa moleculară 34,

**a)** identifică substanțele notate cu litere;

**b)** scrie ecuațiile reacțiilor din schemă;

**c)** precizează tipul reacțiilor reprezentate prin ecuațiile de mai sus.

**23.** Completează următoarele ecuații ale reacțiilor chimice:

**a)** $NaOH + HCl \longrightarrow ..... + .....$

**b)** $NaCl + ..... \longrightarrow Na_2SO_4 + HCl$

**c)** $Na_2SO_4 + ..... \longrightarrow BaSO_4\downarrow + NaCl$

**d)** $FeCl_3 + AgNO_3 \longrightarrow .....\downarrow + .....$

**e)** $NiCl_2 + CuSO_4 \longrightarrow ..... + .....$

**f)** $CuSO_4 + ..... \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + K_2SO_4$

**24.** O bază a unui metal situat în grupa IA, perioada a 3-a reacționează cu hidracidul elementului ce are configurația electronică K-2e⁻ L-8e⁻ M-7e⁻. Scrie ecuația reacției chimice corespunzătoare acestei transformări. Cum se numește reacția dintre un acid și o bază?

**25.** Sulfatul unui metal divalent situat în perioada a 4-a reacționează cu o clorură a unui element din grupa a II-a A, perioada a 6-a. Ce produși de reacție se



obțin? Efectuează practic această reacție. Ce observi? Scrie ecuația reacției chimice corespunzătoare.

**26.** Completează spațiile libere din următoarele enunțuri:

Reacțiile care se desfășoară între doi sau mai mulți reactanți, rezultând un singur produs de reacție se numesc reacții de ..... . Dacă la reacție participă un singur reactant, aceasta este o reacție de ..... .

La reacțiile de substituție (înlocuire) participă o substanță ..... și o substanță ..... .

Reacția dintre un acid și o bază este un caz particular al reacției de ..... și se numește reacție de ..... .

Reacția însoțită de degajare de căldură este o reacție ....., iar cea care se desfășoară cu absorbție de căldură se numește reacție ..... .

Pentru a mări viteza unei reacții chimice se folosesc substanțe numite ..... .

**27.** Asociază reactanților din coloana **A** produșii de reacție corespunzători reprezentați în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| $C + H_2$ | $Zn(NO_3)_2 + H_2\uparrow$ |
| $SO_3 + H_2O$ | $H_2SO_4$ |
| $NaOH + H_2SO_4$ | $SO_2$ |
| $Zn + HNO_3$ | $CH_4$ |
| $S + O_2$ | $Na_2SO_4 + H_2O$ |

**28.** Se dă următoarea schemă-program:

$$A \xrightarrow{t^\circ C} a + b\uparrow$$
$$a + H_2O \longrightarrow d$$
$$d + HCl \longrightarrow e + H_2O$$
$$e + H_2SO_4 \longrightarrow f + g$$
$$g + AgNO_3 \longrightarrow h\downarrow + i$$
$$b + H_2O \rightleftarrows j$$

Știind că substanța A e o substanță a cărei compoziție procentuală masică este: 40%Ca, 12%C, 48%O,

**a)** identifică substanțele notate cu litere în schema-program;

**b)** scrie ecuațiile reacțiilor din schemă;

**c)** clasifică reacțiile reprezentate prin ecuațiile de mai sus.

**29.** Se dă următoarea schemă-program:

$$a \xrightarrow{MnO_2} b + d\uparrow$$
$$Na + b \longrightarrow e + f\uparrow$$
$$e + \text{fenolftaleină} \longrightarrow \text{coloratie roșie}$$
$$f + Cl_2 \longrightarrow g$$
$$e + g \longrightarrow h + b$$

$C + d \longrightarrow i$

$i + a \rightleftarrows j$

$S + d \longrightarrow k$

$k + d \longrightarrow l$

$l + b \longrightarrow m$

$m + BaCl_2 \longrightarrow n\downarrow + g$

Substanța a conține 94,12% oxigen, restul hidrogen, iar 1 mol de substanță a cântărește 34 g.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor din schemă.

**b)** Indică tipul fiecărei reacții ilustrate mai sus.

**c)** Clasifică toate substanțele întâlnite în schemă.

**d)** Ilustrează tipul de legătură chimică din compușii b, d, f, g, h.

**30.** Clasifică următoarele transformări în funcție de efectul termic care le însoțește:

**a)** arderea lemnului;

**b)** descompunerea termică a cloratului de potasiu;

**c)** descompunerea termică a apei oxigenate;

**d)** reacția zincului cu acidul clorhidric;

**e)** reacția sodiului cu apa.

**31.** Clasifică următoarele procese chimice în funcție de viteza de reacție cu care se desfășoară:

**a)** arderea benzinei în motor;

**b)** arderile din organismul uman;

**c)** exploziile;

**d)** ruginirea fierului;

**e)** coclirea cuprului;

**f)** reacția sodiului cu apa.

## 3.2. Calcule pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice

**1.** Calculează masa de apă care se obține prin reacția de ardere a 2 g hidrogen.

**2.** Determină numărul de moli și masa de clorură de sodiu rezultată prin reacția a 2 moli acid clorhidric cu o soluție de hidroxid de sodiu.

**3.** 2 g hidrogen reacționează cu clorul. Calculează numărul de moli și numărul de molecule de produs de reacție ce rezultă.

**4.** Prin arderea unei panglici de magneziu se obțin 1,2 g pulbere albă. Calculează:

**a)** masa panglicii de magneziu folosită;

**b)** numărul de moli de magneziu ce s-au ars;

**c)** masa și numărul de moli de oxigen utilizat.



**5.** Se ard doi moli de sodiu în atmosferă de clor. Determină:

**a)** masa de sare rezultată;

**b)** numărul de moli de clor reacționat;

**c)** numărul de molecule de clor consumate.

**6.** Prin electroliza apei acidulate se obțin 4 moli hidrogen. Calculează masa de oxigen degajată și masa de apă utilizată.

**7.** Aceeași cantitate de oxigen reacționează pe rând cu sulful, carbonul, hidrogenul, aluminiul și calciul. În care caz se obține cea mai mare masă de oxid? Dar cel mai mare număr de moli de oxid?

**8.** Se descompun termic 250 kg carbonat de calciu de puritate 80%. Determină masa de substanță solidă rezultată și numărul de moli de gaz ce se degajă.

**9.** Prin descompunerea termică a 108,5 g oxid roșu de mercur se obțin 0,2 moli oxigen. Determină puritatea oxidului descompus.

**10.** Se introduce un cui de fier de puritate 70% în 800 g soluție de sulfat de cupru de concentrație 80%. Considerându-se reacția totală, calculează:

**a)** masa cuiului folosit;

**b)** numărul de moli și masa de cupru depus;

**c)** masa totală a amestecului final;

**d)** masa și numărul de moli de sare obținută;

**e)** masa soluției finale;

**f)** concentrația soluției finale.

**11.** Calculează cantitatea de zinc, respectiv, de hidroxid de sodiu care reacționează cu $18{,}069 \cdot 10^{23}$ molecule de acid sulfuric. Determină numărul total de moli de săruri formate.

**12.** Se consideră următoarea schemă-program:

$NaCl + H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} a + b\uparrow + d\uparrow$

$a + \text{fenolftaleină} \longrightarrow \text{colorație roșu-carmin}$

$b + O_2 \longrightarrow H_2O$

$b + d \longrightarrow HCl$

$a + HCl \longrightarrow e + H_2O$

$e + AgNO_3 \longrightarrow f\downarrow + NaNO_3$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor din schemă.

**c)** Știind că la electroliza soluției de clorură de sodiu s-au degajat 20 de moli de gaze, calculează masa de sare de puritate 70% care se utilizează.

**13.** $36{,}138 \cdot 10^{24}$ atomi de fer reacționează astfel: jumătate din cantitate se tratează cu clor, iar cealaltă jumătate reacționează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 20%. Calculează:

**a)** masa totală de săruri rezultate;

**b)** masa soluției de acid clorhidric folosită;

**c)** numărul de moli de gaz degajat.

**14.** 2 moli de atomi din elementul $^{27}_{13}E$ reacționează cu o soluție a hidracidului elementului $^{35}_{17}E$ de concentrație 36,5% și densitate 1,183 g/mL. Determină:

**a)** masa soluției de hidracid folosită;
**b)** volumul soluției de hidracid ce se utilizează;
**c)** numărul de moli de sare rezultată;
**d)** numărul de molecule de gaz degajat.

**15.** Pentru a obține acidul clorhidric în laborator se utilizează clorură de sodiu solidă și acid sulfuric concentrat. Știind că s-au folosit 271,6 mL soluție de acid sulfuric de concentrație 98% și densitate 1,841 g/mL, calculează masa de sare folosită și numărul de moli de acid clorhidric rezultat.

**16.** Se neutralizează 334 $cm^3$ soluție de hidroxid de potasiu cu o concentrație de 32% și densitate 1,31 $g/cm^3$ cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 98% și densitate 1,841 $g/cm^3$. Calculează:

**a)** volumul soluției de acid sulfuric necesar;
**b)** masa de sare rezultată;
**c)** masa soluției finale;
**d)** concentrația soluției finale.

**17.** 20 g hidrogen reacționează cu 20 g oxigen, rezultând apă. Determină:

**a)** care este substanța în exces și în ce cantitate;
**b)** numărul de moli de apă ce se formează.

**18.** $18{,}069 \cdot 10^{23}$ molecule de acid clorhidric reacționează cu o cantitate stoechiometric necesară de soluție de hidroxid de sodiu 40%. Sarea rezultată se tratează cu o soluție de azotat de argint, formându-se un precipitat alb-brânzos. Determină masa soluției de bază utilizată și numărul de moli de precipitat format.

**19.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$KClO_3 \xrightarrow{t^\circ C} a + b\uparrow$$
$$a + AgNO_3 \longrightarrow d\downarrow + e$$
$$C + b \longrightarrow f$$
$$f + Ca(OH)_2 \longrightarrow g\downarrow + H_2O$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.
**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor din schemă.
**c)** Clasifică reacțiile reprezentate prin ecuațiile de mai sus.
**d)** Știind că s-au folosit 122,5 g clorat de potasiu de puritate 80%, calculează masa de precipitat d, respectiv, g, precum și masa soluției de hidroxid de calciu de concentrație 20% utilizată.

**20.** $6{,}023 \cdot 10^{24}$ atomi de aluminiu reacționează cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 98%. Sarea obținută se tratează cu o soluție de clorură de bariu de concentrație 40%, iar gazul rezultat se prinde într-un curent de clor. Determină:

**a)** masa soluției de acid sulfuric folosită;
**b)** numărul de moli de gaz degajat în reacția aluminiului cu acidul sulfuric;
**c)** masa soluției de clorură de bariu necesară;
**d)** numărul de molecule de clor folosite;
**e)** numărul de moli de substanță ce se formează în reacția cu clorul.



**21.** Se dă șirul de transformări:

$$CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} CaO \longrightarrow Ca(OH)_2 \begin{cases} \longrightarrow CaCl_2 \\ \longrightarrow CaSO_4 \end{cases}$$

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare acestor transformări.
**b)** Știind că se folosesc 1200 kg carbonat de calciu de puritate 75%, calculează masa de clorură de calciu, respectiv, de sulfat de calciu care se obțin.

**22.** Se ard 2,3 g sodiu în atmosferă de clor. Produsul rezultat se împarte în două părți egale: o parte se tratează cu o cantitate stoechiometric necesară de soluție de acid sulfuric de concentrație 49%, iar cealaltă parte, cu o soluție de azotat de argint 20%. Calculează:

**a)** masa soluției de acid folosită;
**b)** masa soluției de azotat de argint necesară;
**c)** numărul de moli de precipitat rezultat;
**d)** masa totală de apă după încetarea celor două reacții.

**23.** 100 kg cărbune cu un conținut de 60% carbon se ard în exces de oxigen, rezultând dioxid de carbon. Determină:

**a)** numărul de moli de oxigen folosit, dacă se lucrează cu un exces de gaz de 25% (în procente molare) față de cantitatea stoechiometric necesară;
**b)** numărul de molecule de dioxid de carbon care se formează.

**24.** Se descompune termic o probă de carbonat de cupru de puritate 80%. Gazul rezultat se barbotează într-o soluție limpede de apă de var de concentrație 20%, când se formează 0,5 kmoli precipitat. Calculează masa probei de carbonat de cupru descompusă.

**25.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$S + O_2 \longrightarrow a$$
$$a + O_2 \longrightarrow b$$
$$b + H_2O \longrightarrow d$$
$$d + BaCl_2 \longrightarrow e\downarrow + f$$

Știind că s-au utilizat 160 g sulf de puritate 80%,

**a)** calculează numărul de moli de substanță d care se obține;
**b)** determină masa de precipitat e rezultat;
**c)** indică tipul de legături din compușii a, b, f;
**d)** indică tipul și importanța reacțiilor reprezentate în schemă.

**26.** Compusul A conține atomi ai elementelor cu Z = 1 și Z = 7 și reacționează cu substanța B alcătuită din atomi ai elementelor cu Z = 1 și Z = 17, rezultând un fum alb, numit țipirig.

**a)** Identifică substanțele A și B.
**b)** Modelează formarea legăturilor chimice din compușii A și B.
**c)** Scrie ecuația reacției chimice dintre compușii A și B.
**d)** Calculează numărul de moli de compus A, respectiv, B care reacționează, dacă s-au obținut 21,4 g țipirig.

**27.** 200 g soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 20% reacționează cu 200 g soluție de acid sulfuric de concentrație 49%. Determină:

**a)** substanța în exces și în ce cantitate;

**b)** masa de apă din final;

**c)** masa de sare rezultată;

**d)** compoziția procentuală masică și molară a soluției finale.

**28.** Alege răspunsul/ răspunsurile corecte. Fenolftaleina se colorează în roșu-carmin în prezența unei soluții obținută din:

**a)** 36,5 g soluție de acid clorhidric 10% și 40 g soluție de hidroxid de sodiu 10%;

**b)** 36,5 g acid clorhidric și 100 g apă;

**c)** 36,5g soluție de acid clorhidric 20% și 100 g soluție de hidroxid de sodiu 10%;

**d)** 40 g hidroxid de sodiu și 100 g apă.

**29.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$a + O_2 \longrightarrow b$$

$$a + Cl_2 \longrightarrow d$$

$$b + HCl \longrightarrow d + e$$

$$a + HCl \longrightarrow d + f\uparrow$$

Dacă substanța a formează ioni de tipul $a^{2+}$ izoelectronici cu neonul, se cere:

**a)** scrie ecuațiile reacțiilor chimice implicate în schemă;

**b)** indică tipul fiecărei reacții reprezentate mai sus;

**c)** determină masa totală de substanță d obținută, știind că s-au utilizat 14,4 g compus a ce s-au împărțit în mod egal în reacții;

**d)** specifică tipurile de legături chimice care se întâlnesc în toți compușii reprezentați în schemă.

## 3.3. Probleme recapitulative

Pentru enunțurile de la 1 la 21 se dau patru variante de răspuns, notate cu litere de la a la d. Răspunsurile pot fi adevărate toate, trei, două, unul sau niciunul. Încercuiește răspunsul (răspunsurile) pe care îl (le) consideri corect(e).

**1.** Reprezintă fenomene chimice:

**a)** stingerea varului;

**b)** ruginirea fierului;

**c)** dizolvarea acidului clorhidric în apă;

**d)** neutralizarea acidului clorhidric cu sodă caustică.



**2.** Se amestecă 20 g sare cu 80 g apă. Soluția obținută are următoarea concentrație procentuală masică:

**a)** 25%; **b)** 20%; **c)** 40%; **d)** 10%.

**3.** Se amestecă 100 g soluție de concentrație 10% cu 400 g soluție de concentrație 8%. Concentrația finală a soluției este:

**a)** 15%; **b)** 18%; **c)** 21%; **d)** 16%.

**4.** Peste 95 g soluție de sodă caustică de concentrație 5% se mai adaugă 5 g sodă. Concentrația soluției obținute este:

**a)** 9,75%; **b)** 4,75%; **c)** 10,26%; **d)** 5,25%.

**5.** Soluția saturată este acea soluție care:

**a)** conține o cantitate de substanță dizolvată egală cu solubilitatea;

**b)** conține o cantitate de substanță dizolvată la o anumită temperatură;

**c)** la creșterea temperaturii nu mai poate dizolva noi cantități de substanță;

**d)** mai poate dizolva noi cantități de substanță.

**6.** Speciile chimice izoelectronice cu neonul sunt:

**a)** $K^+$, $F^-$, $O^{2-}$, $Br^-$, $Li^+$; **b)** $C^{4-}$, $N^{3-}$, $O^{2-}$, $F^-$, $Al^{3+}$;

**c)** $Na^+$, $K^+$, $Al^{3+}$, $Si^{4+}$, $O^{2-}$; **d)** $Na^+$, $Mg^{2+}$, $Al^{3+}$, $F^-$, $O^{2-}$.

**7.** Elementul $^{39}_{19}K$ conține:

**a)** 19 protoni; **b)** 19 neutroni;

**c)** 19 electroni de valență; **d)** 19 electroni.

**8.** Izotopii sunt specii de atomi care au același număr de:

**a)** protoni; **b)** neutroni; **c)** electroni; **d)** masă.

**9.** Masa (g) a unui atom $^{12}_{6}C$ este:

**a)** 24; **b)** $1{,}992 \cdot 10^{-23}$; **c)** 12; **d)** $3{,}984 \cdot 10^{-23}$.

**10.** Plumbul se găsește în natură sub forma a patru izotopi $^{204}_{82}Pb$ (1,48%), $^{206}_{82}Pb$ (23,6%), $^{207}_{82}Pb$ (22,6%) și $^{208}_{82}Pb$ (52,3%). Masa atomică relativă a plumbului este:

**a)** 208; **b)** 82; **c)** 207,2; **d)** 206.

**11.** Șirul care conține numai substanțe formate prin legături covalente este:

**a)** LiCl, $CaF_2$, $CO_2$, $NH_3$; **b)** NaF, $H_2$, MgO, $O_2$;

**c)** $CO_2$, $NH_3$, $H_2O$, $N_2$; **d)** $F_2$, $NH_3$, $LiNO_3$, AgCl.

**12.** Conțin același număr de molecule:

**a)** 1 mol $CO_2$ și 28 g $N_2$; **b)** 28 g $N_2$ și 1 mol CO;

**c)** 2 g $H_2$ și 32 g $O_2$; **d)** 17 g $NH_3$ și 1 mol HCl.

**13.** Pentru elementul cu sarcina nucleară +17 sunt adevărate afirmațiile cu excepția:

**a)** are 8 electroni pe stratul al doilea;

**b)** se află în grupa a VII-a A, perioada a 3-a;

**c)** are 17 electroni în învelișul electonic;

**d)** are numărul de masă egal cu 17.

**14.** Un metal alcalino-pământos și un halogen se află în aceeași perioadă. Afirmația corectă este:

**a)** atomii ambelor elemente formează ioni izoelectronici cu gazul rar din aceeași perioadă;

**b)** compusul format între atomii celor două elemente prezintă legătură covalentă;

**c)** formula chimică a compusului format cu atomii celor două elemente este $AB_2$;

**d)** atomii ambelor elemente intră în compoziția unor acizi.

**15.** Compusul chimic ce conține 70% fer și restul oxigen este:

**a)** FeO; **b)** $Fe_3O_2$; **c)** $Fe_2O_3$; **d)** $Fe_3O_4$.

**16.** Șirul/ șirurile de substanțe în care se află numai săruri este:

**a)** HCl, NaCl, $CaF_2$, $Na_2SO_4$;

**b)** $NaHSO_4$, $CaCO_3$, $K_2HPO_4$, MgO;

**c)** $NaHSO_4$, $Na_2SO_4$, $H_2SO_4$, $KHSO_3$;

**d)** $NaHSO_4$, $K_2HPO_3$, $Ca(HSO_3)_2$, $KH_2PO_4$.

**17.** Concentrația procentuală a unei soluții obținută prin dizolvarea a 12,2 g $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ în 200 g apă este:

**a)** 4,9%; **b)** 5,75%; **c)** 6,1%; **d)** 5,2%.

**18.** Se dizolvă x g piatră-vânătă ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) în 55 g apă, obținându-se o soluție de concentrație 20%. Valoarea lui x este:

**a)** 13,75; **b)** 25; **c)** 20; **d)** 17,19.

**19.** Masa de oxid de magneziu care se formează prin arderea a 24 g magneziu cu 32 g oxigen este:

**a)** 56 g; **b)** 80 g; **c)** 40 g; **d)** 60 g.

**20.** Dintre următoarele transformări, nu este posibilă:

**a)** $Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag\downarrow$

**b)** $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$

**c)** $2Ag + 2HCl \rightarrow 2AgCl + H_2\uparrow$

**d)** $Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow$

**21.** Un amestec echimolecular de carbonat bazic de cupru, $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, ce cântărește 222 g se descompune termic. Masa de oxid de cupru formată este:

**a)** 162,2 g; **b)** 90,6 g; **c)** 160 g; **d)** 80 g.

**22.** Se dau elementele $^{40}_{20}X$ și $^{19}_{9}Y$. Indică:

**a)** numărul de protoni, neutroni, electroni, sarcina nucleară pentru fiecare element:

**b)** formula chimică a compusului alcătuit din atomii celor două elemente și reprezentarea grafică a formării legăturii acestuia;

**c)** compoziția procentuală a soluției obținută prin dizolvarea a 0,2 moli compus de la punctul anterior în 200 g apă.

**23.** Un ion pozitiv al unui element divalent X are două straturi complet ocupate cu electroni.

**a)** Indică poziția elementului în sistemul periodic.

**b)** Reprezintă formulele oxizilor și bazelor corespunzătoare elementului X.

**c)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice ale elementului X cu: clorul, sulful, oxigenul, acidul azotic.

**24.** Se dau elementele A, B, D între ale căror numere atomice se pot scrie următoarele relații:



$$Z_A + Z_B = Z_D$$

$$4Z_A = Z_D/2$$

**a)** Identifică aceste elemente, știind că A este primul element din sistemul periodic.

**b)** Reprezintă formulele chimice ale compușilor binari, respectiv, ternari ce conțin atomi ai acestor elemente.

**25.** Propune o metodă de separare a componentelor din următorul amestec: fier, cărbune, nisip, sare.

**26.** Metanolul ($CH_3OH$) este un alcool organic extrem de toxic și un combustibil de mare putere calorică. Calculează masa de metanol ce trebuie adăugată la 10 moli apă pentru a prepara o soluție ce conține un număr egal de molecule de apă și metanol. Știind că apa și metanolul sunt două lichide miscibile, indică metoda de separare a acestora din soluție.

**27.** Într-un litru de apă ($\rho_{apă}$ = 1g/mL) se dizolvă 0,4 L soluție acid clorhidric de concentrație 32% și densitate 1,163 g/mL.

**a)** Calculează concentrația soluției obținute.

**b)** Determină volumul de apă necesar pentru ca soluția să fie diluată la 2%.

**c)** Determină volumul soluției de acid clorhidric 32% care mai trebuie adăugat pentru ca soluția de la punctul a) să își dubleze concentrația.

**d)** Dacă peste soluția de la punctul a) se adaugă o cantitate stoechiometric necesară de soluție de azotat de argint, calculează masa de precipitat formată.

**28.** Se amestecă 200 g soluție hidroxid de sodiu 40% cu 400 g soluție hidroxid de sodiu 20% și 400 g apă. Calculează:

**a)** concentrația soluției obținute;

**b)** numărul de moli de hidroxid de sodiu din soluția finală;

**c)** volumul soluției de acid sulfuric de concentrație 19,6% și densitate 1,14 g/mL necesar neutralizării soluției obținute.

**29.** Prepară 50 g soluție de concentrație 16%, folosind piatră-vânătă ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$). Indică volumul de apă necesar ($\rho_{apă}$ = 1g/mL).

**30.** Cum se pot prepara 100 g soluție de clorură de bariu de concentrație 12%, folosind $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ și apă?

**31.** Determină masa de apă, respectiv, de $CaCl_2 \cdot 6H_2O$, necesare preparării a 100 g soluție de concentrație 5%.

**32.** Se dizolvă 14,3 g sodă cristalizată ($Na_2CO_3 \cdot xH_2O$) în apă, obținându-se 200 g soluție de concentrație 2,65%. Determină valoarea lui x și masa de apă necesară preparării soluției.

**33.** Se dizolvă 10,66 g $CrCl_3 \cdot xH_2O$ în 200 g apă, obținându-se o soluție de concentrație 3%. Determină valoarea lui x.

**34.** Se dizolvă 25 g piatră-vânătă ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) în 75 g apă. În soluția obținută se adaugă 50 g soluție de hidroxid de sodiu 20%. Calculează:

**a)** masa de apă din soluția finală;

**b)** masa soluției finale;

**c)** compoziția soluției finale.

**35.** Calculează numărul total de electroni din 117 g saramură de concentrație 20%.

**36.** Calculează masa soluției de clorură de sodiu de concentrație 20% ce conține $N_A$ electroni.

**37.** Un amestec de gaze este alcătuit din 0,2 moli dioxid de carbon, $12{,}046 \cdot 10^{22}$ molecule monoxid de carbon, 5,6 g azot molecular și 0,2 moli hidrogen. Determină:

**a)** compoziția procentuală masică și molară a amestecului;

**b)** masa de oxigen necesară arderii amestecului, știind că în condițiile problemei azotul nu participă la reacție;

**c)** masa soluției de apă de var de concentrație 5% care precipită dioxidul de carbon din amestecul de la punctul anterior sub formă de carbonat de calciu.

**38.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$a + b \rightarrow d$$
$$d + H_2O \rightarrow e$$
$$e + HCl \rightarrow f + H_2O$$
$$d + g \rightarrow h$$
$$e + g \rightarrow h\downarrow + H_2O$$

Modelează ecuațiie reacțiilor chimice, știind că:

- a este elementul cu Z=20;
- b este un gaz indispensabil vieții;
- g este oxidul superior al elementului din grupa a IV-a A, perioada a 2-a.

**39.** 66 g aliaj Al-Mg reacționează cu o soluție de acid sulfuric, degajându-se 3,5 moli gaz. Calculează compoziția procentuală masică a aliajului.

**40.** Ai la dispoziție cinci sticluțe de reactivi neetichetate în care se află: acid clorhidric, acid sulfuric, clorură de sodiu, sulfat de sodiu și hidroxid de sodiu. Folosind reactivii uzuali din laborator și indicatori, determină conținutul fiecărei sticluțe.

**41.** Reacționează un amestec de sodiu și apă, când se constată că masa vasului de reacție a scăzut cu 0,4 g. Știind că s-a lucrat cu un exces de apă de 90% față de cantitatea stoechiometric necesară, calculează:

**a)** masa de sodiu utilizată;

**b)** concentrația soluției obținute;

**c)** volumul soluției de acid clorhidric de concentrație 20% și densitate 1,1 $g/cm^3$ necesar neutralizării soluției;

**d)** masa soluției de azotat de argint de concentrație 10% necesară reacție cu soluția rezultată la punctul anterior;

**e)** masa totală de apă după încetarea reacției de la punctul c).

## 3.4. Probleme propuse, recapitulative pentru clasa a VII-a

**1.** Denumește și clasifică substanțele reprezentate prin următoarele formule chimice: $K_2O$; $CO_2$; $SO_3$; $Cu_2O$; CaS; $Fe_2O_3$; KOH; $Al_2(SO_3)_3$

**2.** 3,2 g sulf se ard în oxigen, rezultând 6,4 g oxid. Determină:

**a)** formula oxidului;

**b)** valența sulfului în oxid.



**3.** Modelează ecuațiile următoarelor reacții chimice:

**a)** iod + hidrogen → acid iodhidric

**b)** hidroxid de potasiu + acid sulfuric → sulfat de potasiu + apă

**c)** potasiu + apă → hidroxid de potasiu + hidrogen

**d)** hidroxid de plumb → oxid de plumb (II) + apă

**4.** Stabilește coeficienții stoechiometrici pentru următoarele ecuații chimice:

$H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl$

$FeCl_3 + NaOH \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + NaCl$

$AlCl_3 + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + HCl$

$HgO \rightarrow Hg + O_2\uparrow$

Indică tipul fiecărei reacții și clasifică substanțele întâlnite.

**5.** Se dă următoarea schemă-program:

$HgO \rightarrow a + b\uparrow$

$S + b \rightarrow d$

$C + b \rightarrow e$

$H_2 + b \rightarrow f$

$e + f \underset{\leftarrow}{\rightarrow} g$

Se cere:

**a)** identifică substanțele notate cu litere;

**b)** reprezintă ecuațiile reacțiilor chimice;

**c)** indică tipul fiecărei reacții chimice;

**d)** clasifică substanțele întâlnite în schemă.

**6.** Se dă următoarea schemă-program:

$CuCO_3 \rightarrow a + b\uparrow$

$d \rightarrow a + e$

$a + H_2SO_4 \rightarrow f + e$

$a + HCl \rightarrow g + e$

$b + H_2O \underset{\leftarrow}{\rightarrow} h$

$f + i \rightarrow j\downarrow + l$

$l + m \rightarrow n\downarrow + o$

Știind că *e* este o substanță în care raportul atomic H:O = 1 : 2, *i* este soda caustică, iar *n* este un precipitat alb-lăptos,

**a)** identifică substanțele notate cu litere;

**b)** reprezintă ecuațiile reacțiilor chimice;

**c)** indică tipul fiecărei reacții chimice;

**d)** clasifică substanțele întâlnite în schemă.

**7.** Dintre următoarele ecuații, alege-le pe cele care reprezintă reacții exoterme:

**a)** $Cu(OH)_2 + Q \rightarrow CuO + H_2O$

**b)** $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO + Q$

**c)** $2H_2O_2 + Q \rightarrow 2H_2O + O_2$

**d)** $3Fe + 2O_2 \rightarrow Fe_3O_4 + Q$

**8.** Calculează masa de cărbune cu un conținut de 60% carbon necesară arderii cu 2 kmoli oxigen.

**9.** Se descompune termic o probă de carbonat de cupru de puritate 80%. Determină masa probei și numărul de molecule de gaz care se degajă, știind că se obține aceeași cantitate de produs solid ca în cazul arderii a 640 g cupru.

**10.** Se ard 10 g hidrogen în clor, iar produsul gazos rezultat se dizolvă în 1000 g apă. Determină concentrația procentuală a soluției obținute.

**11.** O soluție de acid clorhidric de concentrație 10% reacționează cu 200 g carbonat de calciu de puritate 80%. Calculează:

**a)** masa soluției de acid clorhidric folosită;

**b)** numărul de moli și volumul de gaz degajat (1 mol gaz = 22,4 L la 0°C și 1atm).

**12.** 130 g metal cu numărul de masă 65 se tratează cu 1460 g soluție acid clorhidric de concentrație 20%. Peste amestecul de reacție se adaugă o soluție de azotat de argint 10% în cantitatea stoechiometric necesară.

**a)** Identifică metalul.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice implicate.

**c)** Determină substanța în exces și în ce cantitate.

**d)** Calculează masa soluției de acid clorhidric folosită și volumul de gaz degajat.

**13.** Azotatul de amoniu uscat este folosit ca exploziv industrial. La temperatură ridicată, se descompune sub forma unei deflagrații, decurgând cu flacără galbenă, datorită degajării într-un interval foarte scurt a unui volum mare de gaze.

$$2NH_4NO_3 \rightarrow N_2 + 2NO + 4H_2O$$

Determină masa de azotat de amoniu descompusă, știind că se degajă 40 kmoli azot.

**14.** Calculează masa de amoniac care rezultă din hidrogenul degajat la electroliza a 540 kg apă alcalinizată.

**15.** $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi sulf se ard în oxigen. Determină numărul de moli de oxigen folosit și masa de produs de reacție ce rezultă.

**16.** 776,34 mL soluție de hidroxid de potasiu 10% și densitate 1,082 g/mL reacționează cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 20% și densitate de 1,143 g/mL. Calculează volumul soluției de acid folosită și masa de apă din final.

**17.** Se dă următoarea schemă-program:

$$H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} a\uparrow + b\uparrow$$

$$a + Cl_2 \rightarrow d$$

$$d + AgNO_3 \rightarrow e\downarrow + f$$

Știind că s-au descompus 1,8 g apă acidulată, calculează masa de precipitat format și masa soluției de azotat de argint de concentrație 16% folosită.

**18.** Se descompun termic 111 kg carbonat bazic de cupru ($CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$). Produsul solid obținut se tratează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%, după care se adaugă o soluție de azotat de argint 20%. Calculează:

**a)** masa de oxid de cupru obținută la descompunere;

**b)** masa soluției de acid clorhidric folosită;

**c)** numărul de moli de precipitat format;



**d)** masa soluției de azotat de argint folosită.

**19.** $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi de sodiu se tratează cu 7,1 g clor. Determină masa de substanță în exces și numărul de moli de sare care rezultă din reacție.

**20.** Indică modificările de culoare care apar la adăugarea de turnesol, respectiv, fenolftaleină, în următoarele cazuri:

**a)** 100 g soluție acid sulfuric 49%;

**b)** 100 g soluție hidroxid de sodiu 40%;

**c)** 100 g soluție acid sulfuric 49% și 100 g soluție hidroxid de sodiu 40%;

**d)** 100 g soluție acid sulfuric 49% și 100 g soluție hidroxid de sodiu 20%.

**21.** 56 g soluție hidroxid de potasiu 10% reacționează cu $a$ g soluție de acid sulfuric de concentrație 20%. Determină valoarea lui $a$ astfel încât la adăugarea unei soluții de turnesol după terminarea reacției, culoarea soluției să devină roșie.

**22.** 0,2 moli clorură a unui metal cu $Z = 11$ și $A = 23$ se dizolvă în 200 g apă.

**a)** Indică denumirea și simbolul chimic al metalului.

**b)** Reprezintă structura sa atomică.

**c)** Pe baza configurației electronice, stabilește poziția metalului în Sistemul Periodic.

**d)** Calculează concentrația procentuală a soluției obținute.

**e)** Indică metoda de separare a clorurii din soluție.

**23.** Se dau elementele: $X$ ($Z = 12$ și $A = 24$) și $Y$ ($Z = 17$ și $A = 35$).

**a)** Identifică cele două elemente.

**b)** Reprezintă structura lor atomică și configurația electronică.

**c)** Indică poziția lor în Sistemul Periodic.

**d)** Modelează formarea legăturii chimice între cele două elemente.

**e)** Indică formula chimică a compusului format din cele două elemente.

**f)** Știind că s-au dizolvat 19 g compus identificat la punctul **e)**, în 381 g apă, determină concentrația procentuală a soluției obținute.

**g)** Dacă din soluția de la punctul anterior se evaporă 100 g apă, calculează concentrația procentuală a soluției nou formate.

**24. a)** Completează spațiile libere din următorul tabel:

| **Element chimic** | **Simbol chimic** |
|---|---|
| aluminiu | |
| clor | |
| | O |
| | S |
| mercur | |
| | K |

**b)** Clasifică din punct de vedere al caracterului chimic elementele din tabel și indică valența acestora.

**c)** Pe baza valenței, modelează formulele chimice ale compușilor binari care se pot obține din atomii elementelor reprezentate în tabel.

**25.** Din 300 g soluție de concentrație 10% se evaporă 25% din apa conținută. Care va fi concentrația procentuală a soluției obținute?

**26.** Calculează concentrația procentuală a soluției care se obține prin dizolvarea a 0,2 moli clorură de sodiu în 117 g soluție clorură de sodiu 15%.

**27.** Determină conținutul procentual al elementului cel mai electronegativ din sulfatul de amoniu.

**28.** Se amestecă o soluție de acid azotic de concentrație 63% și $\rho = 1{,}39$ g/mL cu o soluție cu o soluție de acid sulfuric 98% și $\rho = 1{,}841$ g/mL. Știind că se folosesc 2 moli acid azotic, iar raportul molar acid azotic : acid sulfuric este 1 : 2, calculează masa și volumul soluției amestecului de acizi.

**29.** Elementul ce prezintă configurația electronică $K - xe^- \; L - ye^- \; M - ye^- \; N - xe^-$ reacționează cu cel mai electronegativ element din Sistemul Periodic. Compusul format *A* reacționează cu o soluție de acid sulfuric 20%, rezultând 13,6 g sare. Calculează masa soluției de acid sulfuric folosită și numărul de moli de compus *A* ce participă la reacție.

**30.** O plăcuță de zinc reacționează cu 200 g soluție de azotat de argint de concentrație 34%. Determină masa cu care crește plăcuța și concentrația soluției finale.

**31.** Hidracidul unui element care formează ioni negativi monovalenți izoelectronici cu argonul reacționează cu hidroxidul unui metal situat în grupa a II-a, perioada a 3-a.

**a)** Scrie ecuația reacției chimice implicate.

**b)** Calculează masa de hidroxid folosită dacă au reacționat 100 g soluție hidracid de concentrație 3,65%.

**c)** Determină masa de precipitat format la tratarea amestecului de reacție cu o soluție de azotat de argint.

**32.** Un metal formează două cloruri cu un conținut de 37,368% Cl, respectiv, 54,406%. Identifică metalul.

**33.** Se dă următoarea schemă-program:

$$a \xrightarrow{t^\circ C} b + d\uparrow$$
$$b + C \rightarrow e + d$$
$$e + f \rightarrow g$$
$$g + h \rightarrow i\downarrow + j$$
$$g + k \rightarrow l + m$$
$$l + n \rightarrow o\downarrow + g$$
$$p + f \rightarrow m$$

Știind că substanța *d* este un gaz implicat în fotosinteză, *e* se mai numește arămă, *f* este un gaz galben-verzui, *h* se mai numește piatra-iadului, *k* este vitriolul, se cere:

**a)** identifică, denumește și clasifică substanțele notate cu litere;

**b)** scrie ecuațiile reacțiilor chimice implicate în schemă;

**c)** calculează masa de substanță *a* de puritate 70% dacă se obțin 20 kmoli gaz *d*;



**d)** calculează masa de soluție *h* de concentrație 10% folosită în reacție, știind că masa de substanță *g* rezultată se împarte în mod egal în reacțiile chimice în care este implicată.

**34.** O bucățică de sodiu se introduce într-un vas cu 200 g soluție hidroxid de sodiu 20%. Știind că masa vasului scade cu 0,4 g, calculează:

**a)** numărul de moli de sodiu reacționat;

**b)** masa de hidroxid rezultată din reacție;

**c)** masa și numărul de molecule de apă din final;

**d)** concentrația procentuală a soluției finale.

**35.** Determină raportul volumar în care trebuie să se amestece o soluție de acid sulfuric 10% și densitate 1,069 g/mL cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 40% și densitate 1,307 g/mL pentru a obține o soluție de concentrație 20%.

**36.** O cantitate de sulfat de sodiu ce conține $6{,}023 \cdot 10^{21}$ atomi de oxigen reacționează cu o soluție de clorură de bariu 10%. Determină numărul de moli de precipitat format și numărul de molecule de apă din soluția finală.

# Cap. 4. Nemetale

## 4.1. Hidrogenul

**1.** Citeşte cu atenţie afirmaţiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmaţia este adevărată, încercuieşte litera **A**. Dacă apreciezi că afirmaţia nu este adevărată, încercuieşte litera **F**. Dacă afirmaţia este falsă, înlocuieşte unele cerinţe din enunţ cu altele care fac afirmaţia adevărată.

**a)** Hidrogenul prezintă doi izotopi. **A/F**
**b)** Hidrogenul este utilizat la obţinerea margarinei. **A/F**
**c)** Hidrogenul este un gaz mai greu decât aerul. **A/F**
**d)** Hidrogenul se dizolvă uşor în apă. **A/F**
**e)** Hidrogenul are caracter oxidant. **A/F**

**2.** Completează spaţiile libere din următoarele afirmaţii:

Hidrogenul se găseşte în natură în stare liberă în ..... şi în..... . Pe Pământ este foarte răspândit sub formă de ....., intrând în compoziţia ..... şi în majoritatea compuşilor ..... . Hidrogenul este un gaz ....., ....., ....., cu o densitate mai ..... decât a aerului. Deoarece hidrogenul este elementul cu atomul cel mai puţin voluminos, viteza de difuziune este ..... . Reacţionează cu oxigenul, formând ....., cu metalele reactive, când rezultă ....., cu clorul, când se formează ....., cu azotul rezultând ....., iar cu oxizii unor metale duce la ..... şi ..... . Hidrogenul are caracter ..... .

**3.** Citeşte cu atenţie afirmaţiile de mai jos şi alege din cele două variante de răspuns pe cea pe care o consideri corectă.

Hidrogenul este un gaz care arde/ nu arde şi întreţine/ nu întreţine viaţa. Se găseşte foarte răspândit pe Pământ sub formă de combinaţii/ în stare liberă. Este un gaz mai greu/ uşor decât aerul, foarte/ puţin solubil în apă. Reacţionează cu unii oxizi de metal, dovedindu-şi astfel caracterul său reducător/ oxidant.

**4.** Asociază fiecărei utilizări a hidrogenului din coloana **A** una sau mai multe proprietăţi care stă (stau) la baza acesteia, reprezentate în coloana **B**:



| A | B |
|---|---|
| 1) Umplerea baloanelor meteorologice | a) Îşi manifestă caracterul reducător în reacţie cu unii oxizi de metal |
| 2) Combustibil pentru rachete | b) Se dizolvă uşor în unele metale încălzite |
| 3) Obţinerea margarinei | c) Se lichefiază la temperaturi foarte scăzute |
| 4) Obţinerea metalelor în stare pură | d) Reacţionează cu azotul la temperatură şi presiune, în prezenţă de catalizatori |
| 5) Sinteza amoniacului | e) Are o densitate de 14,4 ori mai mică decât a aerului |
| 6) Tăierea şi sudarea metalelor (flacăra oxihidrică) | f) Participă la reacţii de ardere |
| 7) Obţinerea unor temperaturi foarte scăzute | |

**5.** Reprezintă structura atomică a izotopilor hidrogenului.

**6.** Calculează masa de apă ce conţine $7{,}77 \cdot 10^{16}$ atomi de hidrogen.

**7.** Două baloane conţin acelaşi număr x de molecule de hidrogen, respectiv, de dioxid de carbon. Determină:

**a)** numărul de moli din cele două gaze;
**b)** masele de gaz din cele două vase.

**8.** Hindenburg a fost un vestit dirijabil umplut cu hidrogen care a explodat în anul 1937. Ştiind că acesta conţinea 20 tone hidrogen, calculează numărul de molecule de hidrogen din dirijabil.

**9.** Se dau următoarele substanţe: apă, acid sulfuric, acid clorhidric, acid azotic, zinc, fer, aluminiu, sodiu, hidroxid de sodiu, metan, clorat de potasiu, clorură de sodiu. Alege perechile de substanţe care pot reacţiona între ele astfel încât să se obţină hidrogen. Scrie ecuaţiile reacţiilor chimice corespunzătoare.

**10.** Arderea hidrogenului stă la baza obţinerii flăcării oxihidrice, utilizată pentru tăierea şi sudarea metalelor. Ce cantitate de oxigen reacţionează cu 40 g hidrogen? Care este cantitatea de apă formată?

**11.** În reacţia potasiului cu apa s-au degajat 0,2 g hidrogen. Calculează masa de potasiu folosită.

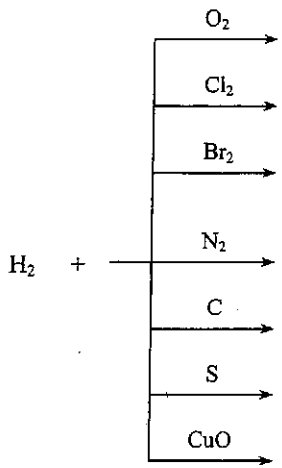
**12.** Care din următoarele probe de metal poate duce la cea mai mare cantitate de hidrogen prin reacţia cu acidul clorhidric: 0,25 moli magneziu; 0,25 moli aluminiu; 0,25 moli zinc?

**13.** 6,5 g zinc reacţionează cu o soluţie de acid clorhidric de concentraţie 36,5%. Determină:

**a)** gazul degajat şi metoda de identificare a acestuia;
**b)** masa de gaz degajat;

c) numărul de moli de sare formată și metoda de identificare a acesteia.

**14.** Completează următoarea schemă:




Specifică tipul de legătură pe care îl prezintă compușii hidrogenului rezultați.

**15.** Se supun electrolizei 5 moli de apă alcalinizată. Calculează numărul total de molecule de gaze care se obține.

**16.** În urma procesului de piroliză a metanului se obțin 2,4 g negru de fum. Determină masa de metan supusă procesului de piroliză și masa de hidrogen rezultată.

**17.** În reacția sodiului cu apa se degajă 0,2 moli hidrogen. Știind că s-au utilizat 10 g sodiu metalic, calculează puritatea acestuia.

**18.** 520 g zinc de puritate 75% reacționează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%. Calculează:

a) masa soluției de acid clorhidric utilizată;

b) numărul de moli de gaz rezultat.

**19.** Pentru a culege hidrogenul din reacția sodiului cu apa se folosește o instalație simplă. Dacă se culeg 0,02 moli hidrogen în condiții normale, ce masă a avut bucățica de sodiu care a reacționat, presupunând că a fost curățată de oxid? Ce cantitate de amoniac se poate obține folosind cantitatea de hidrogen de mai sus?

**20.** Calculează cantitatea de sulf ce reacționează cu hidrogenul rezultat din reacția a 230 g sodiu cu apa.

**21.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$Zn + a \longrightarrow b + d\uparrow$$
$$b + AgNO_3 \longrightarrow e\downarrow + f$$
$$d + O_2 \longrightarrow g$$
$$d + CuO \longrightarrow h + g$$
$$d + N_2 \rightleftarrows i$$



$$i + HCl \longrightarrow j$$
$$k + g \longrightarrow l + d\uparrow$$
$$l + HCl \longrightarrow NaCl + g$$

a) Identifică substanțele notate cu litere.

b) Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

c) Indică tipul și importanța fiecărei reacții corespunzătoare ecuațiilor din schemă.

d) Calculează masa de zinc de puritate 80% necesară obținerii a 4 moli gaz d.

**22.** 5,4 g aluminiu reacționează cu 40 g soluție hidroxid de sodiu 40%. Se cere:

a) calculează substanța în exces și în ce cantitate;

b) numărul de moli de gaz rezultat și o metodă de identificare a acestuia;

c) masa soluției de acid sulfuric de concentrație 49% ce reacționează cu substanța în exces.

**23.** 4,6 g sodiu reacționează cu 180 g apă. După ce reacția a avut loc, se adaugă o soluție de acid azotic 25% în cantitatea stoechiometric necesară. Calculează concentrația soluției finale.

**24.** Într-o butelie de oțel se află 5 moli amestec de hidrogen și oxigen. După explozie, rămân 1 mol oxigen. Determină compoziția amestecului (%masice) înainte ca reacția să aibă loc.

**25.** 1120 g fier reacționează cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 20%. Știind că s-a lucrat cu un exces de 20% acid față de cantitatea stoechiometric necesară, determină:

a) masa soluției de acid sulfuric utilizată în reacție;

b) numărul de molecule de gaz ce se degajă;

c) numărul de moli de sare rezultată și metoda de identificare a acesteia.

**26.** Se dă următoarea schemă-program:

$$H_2O_{acidulată} \xrightarrow{electroliză} a\uparrow + b\uparrow$$
$$a + Cl_2 \longrightarrow d$$
$$d + AgNO_3 \longrightarrow e\downarrow + f$$
$$d + KOH \longrightarrow g + H_2O$$
$$g + H_2SO_4 \longrightarrow h + d$$
$$h + BaCl_2 \longrightarrow i\downarrow + g$$
$$j \xrightarrow{t°C} g + b\uparrow$$
$$b + Ca \longrightarrow k$$
$$k + H_2O \longrightarrow l$$
$$l + CO_2 \longrightarrow m\downarrow + H_2O$$

a) Identifică substanțele notate cu litere.

b) Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

c) Indică tipul și importanța fiecărei reacții corespunzătoare ecuațiilor din schemă.

**d)** Determină masa soluției de azotat de argint de concentrație 20% utilizată și cantitatea de precipitat e obținută, știind că se supun electrolizei 90 g apă acidulată.

**27.** 200 g oxid de cupru reacționează cu hidrogenul. Știind că s-au format 128 g cupru, determină:

**a)** puritatea oxidului de cupru folosit;

**b)** masa de hidrogen utilizată, știind că s-a lucrat cu un exces de 25% față de cantitatea stoechiometric necesară.

**28.** 2 moli de clor se combină cu 10 g hidrogen. Se cere:

**a)** substanța în exces și în ce cantitate;

**b)** numărul de moli de gaz rezultat;

**c)** cantitatea de hidroxid de sodiu care neutralizează substanța obținută.

**29.** Hidrogenul necesar umplerii baloanelor meteorologice se poate obține prin reacția hidrurii de calciu cu apa, rezultând hidroxid de calciu și hidrogen. Scrie ecuația reacției chimice și calculează:

**a)** cantitatea de hidrură de calciu necesară formării a 20 g hidrogen;

**b)** masa de apă necesară, dacă din reacție rezultă 280 g hidrogen;

**c)** concentrația soluției finale, știind că s-au utilizat 84 g hidrură de calciu și 1800 g apă.

**30.** 250 g aliaj cupru-zinc se tratează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%. Știind că s-au degajat 6 g hidrogen, determină compoziția aliajului (în procente masice și molare).

**31.** 200 g aliaj cupru-zinc ce conține 65%zinc se tratează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 25%. Determină:

**a)** masa de cupru din aliaj;

**b)** numărul de moli de hidrogen degajat;

**c)** masa soluției de acid clorhidric utilizată.

**32.** La fabricarea acidului clorhidric de sinteză se consumă 0,5 kmoli hidrogen/oră. Acidul clorhidric fabricat se dizolvă în apă, rezultând o soluție de concentrație 36,5%. Calculează:

**a)** cantitatea (în kmoli) de acid clorhidric fabricat într-o zi;

**b)** cantitatea de apă consumată la obținerea soluției de acid.

## 4.2. Oxigenul

**1.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmația este adevărată, încercuiește litera **A**. Dacă apreciezi că afirmația nu este adevărată, încercuiește litera **F**. Dacă afirmația este falsă, înlocuiește unele cerințe din enunț cu altele care fac afirmația adevărată.

**a)** Oxigenul se găsește în aerul atmosferic în proporție volumetrică de 79%. **A/F**



**b)** Oxigenul se obține prin electroliza apei acidulate sau alcalinizate, alături de hidrogen. **A/F**

**c)** Oxigenul este un gaz insolubil în apă. **A/F**

**d)** Oxigenul se combină aproape cu toate elementele, formând oxizi. **A/F**

**e)** Un mol de $O_2$ conține $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi de oxigen. **A/F**

**f)** Atomul de oxigen conține 8 protoni și 8 neutroni. **A/F**

**2.** Completează spațiile libere din următoarele afirmații:

Oxigenul este cel mai răspândit element de pe Pământ, găsindu-se în stare liberă în ..... și sub formă de compuși în ....., ....., ....., ....., ..... și în ..... Este un gaz ....., ....., cu o densitate mai ..... decât a aerului. Reacționează cu aproape toate elementele, formând ..... . Forma alotropică a oxigenului se numește ..... .

**3.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos și alege din cele două variante de răspuns pe cea pe care o consideri corectă.

Oxigenul se prezintă sub formă monoatomică/ diatomică. Este situat în grupa a 16-a și are valență variabilă II, IV, VI/ constantă II. Este un gaz foarte/ puțin solubil în apă, făcând posibilă viața plantelor și animalelor acvatice.

Oxigenul este un element care formează ioni negativi/ pozitivi, manifestându-și caracterul electronegativ/electropozitiv.

Oxigenul este un gaz care arde/ nu arde, dar care întreține/ nu întreține arderile.

**4.** Indică prin săgeți care din următoarele procese sunt oxidări lente și care sunt oxidări vii (arderi).

| | |
|---|---|
| | Râncezirea |
| OXIDARE LENTĂ | Exploziile |
| | Arderea combustibililor |
| | Arderea metalelor |
| OXIDARE VIE (ARDERE) | Respirația |
| | Ruginirea |

**5.** Oxigenul se găsește în natură sub forma a trei izotopi: $^{16}_{8}O$, $^{17}_{8}O$, $^{18}_{8}O$. Reprezintă structura atomică a fiecărui izotop al oxigenului.

**6.** Calculează masa atomică relativă a oxigenului, știind că acesta se găsește în natură sub forma a trei izotopi, în paranteză fiind dat procentul de răspândire a fiecăruia: $^{16}_{8}O$ (99,76%), $^{17}_{8}O$ (0,04%), $^{18}_{8}O$ (0,20%).

**7.** Se dau următoarele substanțe: $H_2O$, $H_2O_2$, NaOH, $PbO_2$, $KClO_3$, Zn, Fe, HgO. Alege acele substanțe care supuse unor transformări chimice duc la degajare de oxigen. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare.

**8.** Se dau următoarele substanțe: $O_2$, $H_2O$, $Na_2O$, $CO_2$, $F_2O$, CaO. Specifică care este tipul de legătură chimică existentă în acești compuși și reprezintă modul de formare a acesteia.

**9.** Câte grame de oxigen se pot obține prin descompunerea a 2,45 g clorat de potasiu?

**10.** Calculează cantitatea de oxid de mercur necesară obținerii a 2,5 moli oxigen.

**11.** O metodă de obținere a oxigenului în laborator este descompunerea cloratului de potasiu. Ce volum de oxigen se obține prin descompunerea a 4,9 g clorat de potasiu?

**12.** Calculează numărul de molecule de oxigen necesare arderii a 0,84 g fer.

**13.** Prin descompunerea apei oxigenate în condiții catalitice rezultă 16 g gaz. Indică:

**a)** numărul de moli de gaz rezultat;

**b)** o metodă de identificare a gazului obținut;

**c)** masa și numărul de molecule de apă oxigenată necesară.

**14.** Oxigenul rezultat prin electroliza apei alcalinizate este folosit pentru arderea unei anumite cantități de magneziu. Știind că în urma procesului arderii magneziului s-au obținut 0,8 g produs solid, calculează:

**a)** numărul de moli de oxigen necesar arderii magneziului;

**b)** masa de apă supusă electrolizei.

**15.** Se descompun termic 1225 g clorat de potasiu (20% impurități). Gazul rezultat este utilizat astfel: jumătate pentru arderea a 60 g cărbune cu 10% impurități, iar cealaltă jumătate, pentru arderea a 200 g sulf cu 20% impurități. Determină:

**a)** masa de oxigen obținută;

**b)** cantitatea de substanță în exces în procesul arderii;

**c)** numărul total de moli de gaze ce se obține în final.

**16.** Se dă următorul șir de transformări:

$$H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} a + b\uparrow$$
$$b + S \longrightarrow d$$
$$d + b \longrightarrow e$$
$$e + a \longrightarrow f$$

Știind că au rezultat 0,4 moli substanță b, determină:

**a)** masa de apă oxigenată de concentrație 5% utilizată;

**b)** numărul de moli de substanță f obținută.

**17.** Radiația ultravioletă poate determina disocierea moleculelor de freon $CCl_2F_2$ (agent de răcire utilizat în instalațiile de aer condiționat, frigidere). Odată formați, atomii de clor liberi pot reacționa cu ozonul, distrugând pătura pe care acesta o formează și care protejează împotriva radiațiilor UV nocive (ce pot provoca arsuri solare și cancere de piele). Una din reacțiile implicate este reprezentată prin ecuația următoare:

$$Cl + O_3 \longrightarrow ClO + O_2$$

Determină:

**a)** numărul de moli de ozon, considerând că au reacționat 355 g clor;

**b)** volumul de oxigen ce se formează în urma reacției unui kmol ozon.

**18.** În marile orașe, ca urmare a traficului intens, concentrația de ozon prezentă în aer scade.

$$2O_3 \xrightarrow{u.v.} 3O_2$$

Determină numărul de molecule de oxigen obținut din 1000 kg ozon.



**19.** Se dă următoarea schemă-program:

$$a \xrightarrow{MnO_2} b + d\uparrow$$
$$b \xrightarrow{electroliză} e\uparrow + d\uparrow$$
$$e + Cl_2 \longrightarrow f$$
$$f + Zn \longrightarrow g + e\uparrow$$
$$g + AgNO_3 \longrightarrow h\downarrow + i$$
$$d + C \longrightarrow j$$
$$j + b \rightleftarrows k$$
$$j + Ca(OH)_2 \longrightarrow l\downarrow + b$$
$$f + Ca(OH)_2 \longrightarrow m + b$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**c)** Indică tipul de legătură pentru substanțe a, b, d, e, f, g, j.

**d)** Indică importanța fiecărei reacții din schemă.

**e)** Calculează numărul de moli total de gaze obținute din primele două reacții, știind că s-au folosit 1000 g soluție substanță a de concentrație 85%.

**20.** Se dă următoarea schemă-program:

$$a \xrightarrow{t°C} b + d\uparrow$$
$$b + AgNO_3 \longrightarrow e\downarrow + KNO_3$$
$$d + H_2 \longrightarrow f$$
$$d + S \longrightarrow g$$
$$g + d \longrightarrow h$$
$$h + f \longrightarrow i$$
$$i + NaOH \longrightarrow j + f$$
$$j + BaCl_2 \longrightarrow k\downarrow + l$$

**a)** Identifică și clasifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**c)** Indică tipul și importanța fiecărei reacții reprezentată prin ecuațiile chimice de mai sus.

**d)** Calculează masa de substanță i obținută, dacă s-au utilizat 122,5 g substanță a;

**e)** Determină masa soluției de hidroxid de sodiu de concentrație 40% necesară reacției cu substanța i, dacă s-au supus descompunerii termice 175 g substanță a de puritate 70%.

**21.** Transformarea metabolică a glucozei, $C_6H_{12}O_6$, în corpul uman duce la dioxid de carbon care este eliminat prin plămâni. Determină volumul de dioxid de carbon eliminat, dacă în acest proces se consumă 9 g glucoză.

**22.** O etapă importantă în procesul industrial de transformare a amoniacului în acid azotic implică următoarea reacție reprezentată prin ecuația chimică de mai jos:

$$4NH_3 + 5O_2 \rightleftarrows 4NO + 6H_2O$$

Determină:

**a)** cantitatea de monoxid de azot care se formează prin reacția a 8,5 g amoniac;

**b)** masa de oxigen necesară reacției cu 8,5 g amoniac, considerând reacția totală;

**c)** numărul de moli de monoxid de azot care se formează prin reacția a 1,5 g amoniac cu 1 g oxigen, presupunând că procesul are loc cantitativ;

**d)** reactantul în exces de la punctul c) și masa acestuia.

**23.** Combustia completă a izooctanului, $C_8H_{18}$, componentul principal al benzinei, are loc conform următoarei ecuații chimice:

$$2C_8H_{18(l)} + 25O_{2(g)} \longrightarrow 16CO_{2(g)} + 18H_2O_{(l)} + Q$$

Determină:

**a)** numărul de moli de oxigen necesar arderii a 5 moli izooctan;

**b)** masa de oxigen necesară arderii a 5 g izooctan;

**c)** masa de oxigen necesară arderii a 5 mL izooctan, știind că acesta are densitatea de 0,692 g/mL.

**24.** 4 moli oxigen se ard în 40 g hidrogen. În produsul rezultat se introduc 4,6 g sodiu metalic. Indică:

**a)** ecuațiile reacțiilor chimice;

**b)** substanța gazoasă în exces;

**c)** cantitatea de produs gazos rezultată în final;

**d)** câte o utilizare practică produșilor rezultați în problemă.

**25.** Un amestec ce conține $KClO_3$, $KHCO_3$, $K_2CO_3$ și KCl a fost încălzit și au avut loc următoarele reacții chimice:

$$2KClO_{3\,(s)} \longrightarrow 2KCl_{(s)} + 3O_{2\,(g)}$$

$$2KHCO_{3\,(s)} \longrightarrow K_2O_{(s)} + H_2O_{(g)} + 2CO_{2\,(g)}$$

$$K_2CO_{3\,(s)} \longrightarrow K_2O_{(s)} + CO_{2\,(g)}$$

KCl nu se descompune în aceste condiții. Dacă din 100 g amestec se obțin 1,8 g apă, 13,2 g dioxid de carbon și 4 g oxigen, determină compoziția amestecului inițial.

**26.** O probă de 2,5 g uraniu, un important element radioactiv, utilizat în centralele nucleare, a fost încălzită în aer, rezultând un oxid ce cântărește 2,949 g. Determină formula acestui oxid.

**27.** Prin arderea a 1,01 g zinc se obțin 1,257 g oxid de zinc. Determină prin calcul formula acestui oxid.

**28.** O lamă de cupru purificat electrolitic ce cântărește 3,178 g este încălzită puternic în prezența oxigenului până când se transformă în totalitate în 3,978 g oxid negru. Determină formula acestui oxid și compoziția sa procentuală.

**29.** O cantitate de 5,85 g metal alcalin reacționează cu oxigenul și formează 7,45 g amestec oxid/ peroxid ($M_2O/M_2O_2$) în raport molar 2:1. Calculează masa atomică a metalului alcalin.

**30.** O probă de 5 g amestec $KClO_3$ și $MnO_2$ a fost încălzită pentru o perioadă scurtă de timp, obținându-se 4,78 g produs solid. Scrie ecuația reacției chimice, indicând care dintre substanțe este catalizatorul procesului chimic. Calculează:



**a)** masa de oxigen obținută;

**b)** masa de clorat de potasiu din amestec;

**c)** compoziția amestecului inițial;

**d)** cantitatea de sare rezultată.

**31.** O parte din dioxidul de sulf care ajunge în atmosferă este transformat în acid sulfuric în prezența apei, acest proces fiind responsabil de producerea ploilor acide. Ecuația globală a procesului este următoarea:

$$2SO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4$$

Câți moli de acid sulfuric se obțin din 5 moli dioxid de sulf, 1 mol oxigen și o cantitate nelimitată de apă? Care este masa soluției de acid sulfuric de concentrație 9,8% care se poate forma?

**32.** 3 grame magneziu de puritate 80% se ard în flacăra unui bec de gaz. Produsul obținut A se introduce într-un pahar Berzelius în care se află 90 mL apă ($\rho$ = = 1g/mL), rezultând o substanță B care se neutralizează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%, când se obține o sare D. Sarea D se identifică cu o soluție de azotat de argint, formându-se precipitatul E.

**a)** Scrie corect ecuațiile reacțiilor chimice.

**b)** Identifică tipul reacțiilor prezentate în problemă.

**c)** Determină substanțele notate cu litere.

**d)** Efectuează practic experimentul propus în problemă.

**e)** Stabilește substanța în exces și în ce cantitate.

**f)** Determină masa soluției de acid clorhidric folosită pentru neutralizare.

**g)** Calculează concentrația sării D rezultată în urma reacției de neutralizare.

**h)** Determină masa precipitatului E.

## 4.3. Carbonul

**1.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmația este adevărată, încercuiește litera **A**. Dacă apreciezi că afirmația nu este adevărată, încercuiește litera **F**. Dacă afirmația este falsă, înlocuiește unele cerințe din enunț cu altele care fac afirmația adevărată.

**a)** În natură, carbonul se întâlnește sub formă cristalină și sub formă amorfă. **A/F**

**b)** La temperatura camerei, carbonul reacționează cu apa, formând gazul de sinteză. **A/F**

**c)** Grafitul, o varietate cristalină a carbonului, are duritatea egală cu 10. **A/F**

**d)** Diamantul prezintă fenomenul de clivaj. **A/F**

**e)** În reacția cu unii oxizi metalici, carbonul manifestă caracter oxidant. **A/F**

**2.** Completează spațiile libere din următoarele afirmații:

Carbonul este un element ce se află în grupa ..... a sistemului periodic, perioada ..... . În natură se întâlnește în stare liberă sub formă de .....,

....., .....şi ..... . În compuşi se află în substanţe anorganice ca ..... şi ....., şi în toate substanţele organice.

**3.** Citeşte cu atenţie afirmaţiile de mai jos şi alege din cele două variante de răspuns pe cea pe care o consideri corectă.

Carbonul este un metal/ nemetal ce se găseşte în natură sub trei forme cristalizate/ amorfe. Diamantul este un solid colorat/ incolor, foarte dur/ de duritate medie, rău/ bun conducător de căldură şi electricitate, solubil/ foarte greu solubil în apă.

Grafitul este un solid incolor/ negru, cu duritate mică/ mare, rău/ bun conducător de căldură şi electricitate.

Fulerenele se prezintă sub formă solidă, de culoare neagră/ incolore, cu duritate mică/ mare, rău/ bune conducătoare de căldură şi electricitate.

**4.** Asociază fiecărei proprietăţi a carbonului din coloana **A** una sau mai multe utilizări corespunzătoare din coloana **B**.

| A | B |
|---|---|
| 1) Carbonul se găseşte sub forma a mai multor izotopi | a) combustibil |
| 2) Carbonul are caracter reducător faţă de unii oxizi metalici | b) datări arheologice |
| 3) Grafitul are o duritate foarte mică | c) tăierea sticlei, a blocurilor din piatră |
| 4) Diamantul are duritatea 10 în scara Mohs | d) fabricarea minelor de creion |
| 5) Grafitul conduce căldura şi curentul electric | e) obţinerea metalelor pure |
| 6) Carbonul reacţionează cu oxigenul | f) fabricarea electrozilor |
| | g) fabricarea oţelului |

**5.** Calculează procentul de carbon din următoarele substanţe:

**a)** carbonat de calciu; **b)** dioxid de carbon;
**c)** acid carbonic; **d)** monoxid de carbon;
**e)** carbonat acid de sodiu.

**6.** Ştiind că metanul conţine 75% carbon şi restul hidrogen, iar masa lui moleculară este 16, determină formula chimică a acestuia. Reprezintă formarea legăturilor chimice în molecula de metan.

**7. a)** Care este masa în grame a unui mol de $^{12}C$?
**b)** Câţi atomi de carbon se află într-un mol de $^{12}C$?
**c)** Care este masa unui singur atom de $^{12}C$?

**8.** O probă de glucoză, $C_6H_{12}O_6$, conţine $2 \cdot 10^{22}$ atomi de carbon. Determină:
**a)** numărul de atomi de hidrogen pe care îi conţine proba;
**b)** numărul de molecule de glucoză ce se află în această probă;



**c)** numărul de moli de glucoză;
**d)** masa probei de glucoză.

**9.** Calculează masa de metan care se formează prin reacţia cu hidrogenul a 320 kg cărbune ce are un conţinut de 75% carbon.

**10.** Gazul de apă, un amestec de monoxid de carbon şi hidrogen, se obţine prin trecerea unui curent de vapori de apă peste cărbune incandescent. Determină masa de gaz de apă rezultată, ştiind că se folosesc 480 kg carbon cu 25% impurităţi.

**11.** Se dă următoarea schemă-program:

$$C + O_2 \longrightarrow a$$
$$C + O_2 \longrightarrow b$$
$$b + C \longrightarrow a$$
$$b + H_2O \rightleftarrows d$$
$$b + Ca(OH)_2 \longrightarrow e\downarrow + f$$
$$f \xrightarrow{\text{electroliză}} g\uparrow + O_2\uparrow$$
$$C + g \underset{}{\overset{2000^\circ C/Ni}{\rightleftarrows}} h$$
$$C + i \longrightarrow Fe + b$$
$$C + j \longrightarrow k\uparrow + b\uparrow + f$$
$$j + BaCl_2 \longrightarrow l\downarrow + m$$

**a)** Identifică substanţele notate cu litere, indică denumirea şi clasificarea acestora.
**b)** Scrie ecuaţiile reacţiilor chimice reprezentate în schema de mai sus.
**c)** Indică tipul şi importanţa practică a fiecărei reacţii.

**12.** Se dă următoarea schemă-program:

$$H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} a + b\uparrow$$
$$a \xrightarrow{\text{electroliză}} d\uparrow + b\uparrow$$
$$b + C \longrightarrow e$$
$$d + C \longrightarrow f$$

Ştiind că s-au supus descompunerii termice 8,5 g apă oxigenată de concentraţie 2,5% calculează numărul de moli de substanţă e, respectiv, f ce rezultă.

**13.** Calculează masa de apă necesară reacţiei a 2,4 t cărbune cu un conţinut de 80% carbon. Ce număr de molecule de hidrogen rezultă?

**14.** Ce cantitate de cărbune cu un conţinut de 60% carbon este necesară arderii complete, ştiind că se obţine aceeaşi cantitate de gaz ca în cazul descompunerii termice a 2 t calcar cu 20% impurităţi?

**15.** Carbura de calciu, SiC, este folosită drept material abraziv şi se obţine prin încălzirea la temperatură înaltă a dioxidului de siliciu în prezenţa carbonului:

$$SiO_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$$

Calculează:

**a)** cantitatea de carbură de siliciu care se formează prin reacţia completă a 6 g dioxid de siliciu;

**b)** masa de carbon necesară reacției cu 6 g dioxid de siliciu;

**c)** cantitatea de carbură de siliciu care se formează din reacția a 3 g dioxid de siliciu cu 3 g carbon;

**d)** reactantul în exces de la punctul anterior și cantitatea acestuia.

**16.** O cantitate de piatră de var cu masa de 400 kg și un conținut de 9% carbon se supune descompunerii termice. Calculează:

**a)** masa de dioxid de carbon obținută;

**b)** puritatea probei de piatră de var.

**17.** 3,6 g carbon se tratează cu o soluție de acid azotic de concentrație 63%. Calculează numărul total de moli de gaze ce rezultă.

**18.** 440 g carbon se folosesc pentru reducerea magnetitei de puritate 80%. Calculează:

**a)** numărul de moli de gaz rezultat;

**b)** masa de fer formată;

**c)** masa de magnetită utilizată.

**19.** 3 kg calcar de puritate 75% se descompun termic. Gazul rezultat se culege în 16,65 kg soluție de hidroxid de calciu de concentrație 20%. După filtrarea precipitatului format, soluția rămasă se tratează cu o cantitate stoechiometric necesară de soluție de acid clorhidric 20%. Determină:

**a)** masa precipitatului format;

**b)** masa sării și masa de apă din soluția finală;

**c)** concentrația soluției finale.

**20.** 60 g carbon se folosesc pentru reducerea unui amestec de oxizi metalici: jumătate din cantitate se utilizează pentru reducerea magnetitei de puritate 80%, iar cealaltă jumătate, pentru reducerea oxidului de aluminiu de puritate 90%. Se cere:

**a)** masa amestecului de oxizi utilizată;

**b)** compoziția procentuală masică a amestecului de oxizi;

**c)** cantitățile de metale pure rezultate;

**d)** numărul total de moli de gaz ce se degajă.

**21.** Calculează cantitatea de carbon care reacționează cu hidrogenul la 2000°C, în prezență de catalizatori, știind că se obține același număr de moli de gaz ca în cazul arderii complete a 84 g carbon.

**22.** Se consideră următoarea schemă de transformări:

$$CuSO_4 \longrightarrow Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ C} CuO \xrightarrow{+C} Cu$$

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor corespunzătoare transformărilor din schemă.

**b)** Clasifică substanțele întâlnite în ecuațiile reacțiilor de mai sus.

**c)** Știind că s-au utilizat 800 g soluție sulfat de cupru de concentrație 20% și că reacțiile au fost totale, calculează masa de cărbune cu 80% carbon necesară reducerii oxidului de cupru.

**d)** Determină masa de cupru depusă în condițiile de la punctul anterior.

**23.** 10,5 t cărbune cu un conținut de 80% carbon se folosesc astfel:

- 20% reacționează cu hidrogenul în prezență de catalizatori la temperatură;
- 10% se supun unei arderi incomplete;
- 15% se ard în exces de oxigen;



- 15% reacționează cu sulful;
- 5% reacționează cu vaporii de apă;
- 10% se utilizează pentru reducerea magnetitei cu o puritate de 90%;
- 25% reacționează cu acid sulfuric de concentrație 98% și densitate 1,84 g/mL.

**a)** Scrie ecuațiile tuturor transformărilor indicate în problemă.

**b)** Calculează masa și numărul total de moli de gaze rezultate.

**c)** Determină volumul de aer utilizat pentru arderi, știind că se utilizează un exces de 25% aer (în volume) față de cantitatea stoechiometric necesară.

**d)** Calculează masa de sulf cu 20% impurități folosită.

**e)** Determină masa de magnetită utilizată și numărul de moli de fer ce se formează.

**f)** Calculează volumul soluției de acid sulfuric folosit.

**24.** Se dau următoarele transformări:

$$C_{carbon} + a \longrightarrow b$$
$$b + Fe_2O_3 \longrightarrow d + e$$
$$e + H_2O \longrightarrow f$$
$$g + C_{carbon} \longrightarrow Cu + e$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**c)** Determină cantitatea de cupru și volumul de substanță e ce se formează în ultima reacție, știind că se reduc cu carbon 480 g substanță g de puritate 60%.

**25.** Un amestec de carbonat de magneziu și carbonat de calciu în raport molar de 2:1 se descompune termic, obținându-se 30 kmoli gaz. Calculează masa de amestec descompusă.

**26.** Un amestec de carbonat de calciu și carbonat de magneziu conține 13,43% carbon. Determină raportul molar în care se găsesc cei doi carbonați.

**27.** Un amestec de soluție de acid azotic (c = 63%) și acid sulfuric (c = 98%) în care cei doi acizi sunt în raport molar 2:1 se reduce cu 200 g cărbune cu un conținut de 75% carbon. Determină masa amestecului de acizi utilizată, presupunând că impuritățile din cărbune nu reacționează.

**28.** Se supun descompunerii termice x g calcar de puritate 80%. Gazul rezultat se barbotează într-un vas ce conține 200 g soluție de hidroxid de calciu de concentrație 37%. După un timp, se constată că masa vasului a crescut cu 11%.

**a)** Determină masa de calcar x utilizată.

**b)** Hidroxidul de calciu nereacționat este tratat cu o cantitate stoechiometric necesară de acid clorhidric de concentrație 36,5%. Calculează masa soluției de acid clorhidric folosită.

## 4.4. Sulful (pucioasa)

**1.** Citeşte cu atenţie afirmaţiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmaţia este adevărată, încercuieşte litera **A**. Dacă apreciezi că afirmaţia nu este adevărată, încercuieşte litera **F**. Dacă afirmaţia este falsă, înlocuieşte unele cerinţe din enunţ cu altele care fac afirmaţia adevărată.

**a)** Sulful este un nemetal ce prezintă valenţă variabilă. **A/F**
**b)** Sulful este un solid incolor. **A/F**
**c)** Sulful arde, degajându-se un gaz toxic, cu miros înecăcios. **A/F**
**d)** Gazul rezultat în urma arderii sulfului reacţionează cu apa, formând o substanţă ce albăstreşte turnesolul. **A/F**
**e)** Sulful este izolator termic. **A/F**
**f)** Sulful este un bun conducător de electricitate. **A/F**

**2.** Completează spaţiile libere din următoarele afirmaţii:

Sulful se găseşte în natură în stare liberă sub formă de ..... . Intră în compoziţia unor substanţe anorganice, cum ar fi ....., ....., ....., ....., ....., ....., ....., ..... şi a unor substanţe organice. Sulful prezintă stare de agregare ....., având o culoare ..... şi miros ..... .

Prin arderea sulfului se formează ....., un compus în stare de agregare ....., toxic, cu miros ..... . Sulful reacţionează cu metalele, formând ..... . În reacţie cu unii acizi, îşi manifestă caracterul ..... .

**3.** Citeşte cu atenţie afirmaţiile de mai jos şi alege din cele două variante de răspuns pe cea pe care o consideri corectă.

Sulful este o substanţă solidă cristalizată/ amorfă, incoloră/ colorată în galben; este dur/ casant, cu miros plăcut/ neplăcut, este solubil/ insolubil în apă, solubil/ insolubil în sulfură de carbon. Este rău/ bun conducător de căldură şi electricitate.

**4.** Asociază fiecărei formule chimice din coloana **A** denumirea tehnică aflată în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| 1) $H_2S$ | a) gips |
| 2) ZnS | b) galenă |
| 3) PbS | c) pirită |
| 4) $FeS_2$ | d) calcopirită |
| 5) $BaSO_4$ | e) barită |
| 6)$CuFeS_2$ | f) blendă |
| 7) $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ | g) hidrogen sulfurat |
| 8) S | h) pucioasă |



**5.** Calculează numărul de electroni din 16 g $^{32}_{16}S$ .

**6.** Elementul sulf prezintă patru izotopi: $^{32}_{16}S$ (95,1%), $^{33}_{16}S$ (0,74%), $^{34}_{16}S$ (4,2%), $^{36}_{16}S$ (0,016%). Indică:

**a)** structura atomică a izotopului cel mai răspândit;
**b)** valenţa sulfului faţă de hidrogen şi faţă de oxigen;
**c)** poziţia sulfului în sistemul periodic (cu justificare);
**d)** caracterul chimic şi electrochimic al sulfului;
**e)** masa atomică relativă a sulfului.

**7.** Determină formula moleculară a sulfului, ştiind că masa lui moleculară este 256.

**8.** Calculează procentul de sulf din următorii compuşi:

**a)** PbS; **b)** $FeS_2$; **c)** $CuFeS_2$; **d)** $SO_3$;
**e)** $H_2S$; **f)** $H_2SO_4$; **g)** $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.

**9.** **a)** Un oxiacid al sulfului conţine 39,024% sulf şi are un singur atom de sulf în moleculă. Care este formula moleculară a acestuia?
**b)** Un oxid al sulfului conţine 40% sulf. Determină formula chimică a acestuia.

**10.** Se dă următoarea schemă-program:

$$H_2O_{alcalinizată} \xrightarrow{electroliză} a\uparrow + b\uparrow$$
$$S + a \longrightarrow d$$
$$d + a \longrightarrow e$$
$$e + H_2O \longrightarrow f$$
$$f + NaOH \longrightarrow g + H_2O$$
$$S + b \longrightarrow h$$

**a)** Identifică substanţele notate cu litere.
**b)** Scrie ecuaţiile reacţiilor chimice.
**c)** Clasifică substanţele întâlnite în schemă.
**d)** Indică valenţele pe care le prezintă sulful în compuşii rezultaţi.

**11.** $30{,}115 \cdot 10^{20}$ atomi de sulf atacă o linguriţă de argint, aceasta înnegrindu-se. Calculează masa de argint atacată.

**12.** Se dă următoarea schemă de transformări:

$$FeS_2 \xrightarrow{+O_2} a \xrightarrow{+O_2} b \xrightarrow{+H_2O} d$$

Calculează cantitatea de pirită de puritate 75% necesară obţinerii a 500 g soluţie substanţă d de concentraţie 98%. Determină masa de apă folosită.

**13.** Considerând că reacţionează mase egale de aluminiu şi sulf, determină procentul de substanţă în exces.

**14.** Se arde cărbune cu un procent masic de sulf de 2,8%, rezultând dioxid de sulf, un gaz toxic care reacţionează cu oxidul de calciu, formându-se o substanţă A, utilizată la dizolvarea ligninei în procesul de fabricare a hârtiei. Determină producţia zilnică de substanţă A dintr-o fabrică ce utilizează 2000 t cărbune pe zi.

**15.** În Franţa, sulful se obţine prin procedeul Claus care constă în oxidarea catalitică cu oxigen a hidrogenului sulfurat din gazele naturale şi cele industriale. Calculează volumul de gaz natural cu un conţinut de 2% hidrogen sulfurat (procente

volumetrice) necesar, știind că s-au obținut 60 g sulf, iar randamentul reacției este de 75%.

**16.** O încărcătură de $2 \cdot 10^4$ kg material ce conține 32% $Cu_2S$ și 6% $FeS_2$ se introduce într-un reactor și se oxidează în vederea obținerii dioxidului de sulf. Determină masa de dioxid formată.

**17.** 48 g sulf reacționează cu o soluție de acid azotic de concentrație 60%. Determină numărul total de moli de gaze care se degajă.

**18.** În urma reacției sulfului cu 200 g soluție de acid sulfuric se degajă 3 moli gaz. Calculează:

**a)** concentrația soluției de acid folosită;

**b)** masa de sulf de puritate 90% utilizată, presupunând că impuritățile nu participă la reacție.

**19.** Se obține sulf prin oxidarea catalitică a 1700 g hidrogen sulfurat. Cantitatea de sulf rezultată se utilizează astfel: un sfert reacționează cu aluminiul, alt sfert reacționează cu argintul, iar restul, cu ferul. Calculează masa totală de sulfuri formată.

**20.** 10 g pilitură de fier cu 10% impurități se încălzesc în prezența a 10 g sulf cu 10% impurități. Determină:

**a)** masa de substanță în exces;

**b)** masa de sare rezultată.

**21.** Se ard 200 g sulf cu 20% impurități, iar produsul rezultat se barbotează în 360 mL apă ($\rho$ = 1 g/mL), când se formează substanța A care înroșește soluția de turnesol. În vas se introduce, apoi, cantitatea stoechiometric necesară de soluție de sodă caustică de concentrație 40%. Se cere:

**a)** volumul de aer (20% oxigen) necesar arderii sulfului;

**b)** masa de substanță A rezultată;

**c)** cantitatea de sare din soluția finală;

**d)** masa de apă din soluția finală;

**e)** concentrația soluției rămasă în vas.

**22.** Un aliaj cupru-argint ce cântărește 31 g reacționează cu 13,6 g sulf. Calculează compoziția aliajului și masa totală de sulfuri care se formează.

## 4.5. Probleme recapitulative

Pentru enunțurile de la 1 la 20 se dau patru variante de răspuns, notate cu litere de la **a)** la **d)**. Răspunsurile pot fi adevărate toate, trei, două, unul sau niciunul. Încercuiește răspunsul (răspunsurile) pe care îl (le) consideri corect(e).

**1.** Elementul ce are caracterul cel mai electronegativ din sistemul periodic este:
**a)** oxigenul; **b)** fluorul; **c)** clorul; **d)** azotul.

**2.** Grupa ce conține singurul nemetal în stare lichidă este grupa:
**a)** 18; **b)** 17; **c)** 5; **d)** 16.



**3.** Grupa 18 se mai numește:
**a)** grupa oxigenului; **b)** grupa halogenilor;
**c)** grupa pământoasclor; **d)** grupa gazelor rare.

**4.** Se dau următoarele elemente: F, O, Cl, N. Ordinea crescătoare a caracterului lor electronegativ este:
**a)** F, O, Cl, N; **b)** F, Cl, N, O; **c)** N, Cl, O, F; **d)** Cl, N, O, F.

**5.** Șirul de elemente care conține numai atomi de nemetale este:
**a)** S, O, Br, Be, C; **b)** C, Cl, F, Br, S; **c)** I, Ca, O, F, Cl; **d)** C, F, Cl, S, B.

**6.** Numărul de electoni de valență din 6,4 g $^{32}_{16}S$ este:
**a)** $12{,}046 \cdot 10^{22}$; **b)** $14{,}455 \cdot 10^{23}$; **c)** $7{,}227 \cdot 10^{23}$; **d)** $6{,}023 \cdot 10^{23}$.

**7.** Se dă următoarea configurație electronică: K-$2e^-$ L-$8e^-$ M-$6e^-$. Valența față de hidrogen a elementului ce prezintă configurația de mai sus este:
**a)** II; **b)** VI; **c)** IV; **d)** VI și IV.

**8.** Nemetalele participă la formarea de legături ionice cu atomi:
**a)** de metal;
**b)** de nemetal de același tip;
**c)** de nemetal cu caracter electrochimic apropiat;
**d)** ai elementelor cu caracter electrochimic electropozitiv.

**9.** Nemetalele formează molecule prin:
**a)** legătură covalentă polară;
**b)** legătură covalentă nepolară;
**c)** legătură ionică;
**d)** prin punere în comun de electroni cu atomi de metal.

**10.** Prezintă molecule monoatomice:
**a)** heliu și neon; **b)** sulf și oxigen;
**c)** hidrogen și azot; **d)** heliu și hidrogen.

**11.** Informațiile corecte despre elementul cu Z = 17 sunt:
**a)** se găsește în perioada a doua; **b)** are caracter nemetalic;
**c)** are valența I față de hidrogen; **d)** formează ioni de tipul $X^+$.

**12.** Care dintre următorii ioni este izoelectronic cu neonul:
**a)** $O^{2-}$; **b)** $P^{3-}$; **c)** $Cl^-$; **d)** $F^-$.

**13.** Este solubil în apă:
**a)** sulful; **b)** grafitul; **c)** clorul; **d)** hidrogenul.

**14.** Conduce curentul electric:
**a)** grafitul; **b)** diamantul; **c)** fulerena; **d)** cărbunele.

**15.** Molecula de sulf conține:
**a)** 2 atomi; **b)** 1 atom; **c)** 8 atomi; **d)** 4 atomi.

**16.** Oxigenul este:
**a)** mai electronegativ decât clorul;
**b)** mai electronegativ decât fluorul;
**c)** mai puțin electronegativ decât clorul;
**d)** mai puțin electronegativ decât fluorul.

**17.** Nemetalele în stare de agregare solidă la temperatura camerei sunt:
**a)** sulful; **b)** carbonul; **c)** siliciul; **d)** fosforul.

**18.** Grupul (grupurile) de nemetale în stare gazoasă este (sunt):
**a)** brom, oxigen, azot; **b)** sulf, azot, oxigen;
**c)** neon, azot, clor; **d)** neon, siliciu, carbon.

**19.** Numărul de combinații posibile între cei trei izotopi ai hidrogenului și următorii izotopi ai oxigenului $^{16}O$, $^{17}O$, $^{18}O$ este:
**a)** 1; **b)** 3; **c)** 9; **d)** 18.

**20.** Nemetalul care formează aliaj cu ferul este:
**a)** sulful; **b)** carbonul; **c)** oxigenul; **d)** azotul.

**21.** Calculează procentul de clor din următorii compuși: HCl, HClO, $HClO_2$, $HClO_3$, $HClO_4$.

**22.** Se supun electrolizei cu catod de mercur 175,5 g clorură de sodiu. Gazul de culoare galben-verzui ce rezultă se tratează cu cantitatea stoechiometric necesară de fer, de puritate 70%. Determină:
**a)** masa de fer necesară;
**b)** masa de sare rezultată.

**23.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} a\uparrow + b\uparrow$$
$$d + H_2O \longrightarrow e + a\uparrow$$
$$e + \text{fenolftaleină} \longrightarrow \text{roșu-carmin}$$
$$e + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$
$$N_2 + a \rightleftarrows f$$
$$f + HCl \longrightarrow g$$
$$g + i \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + HCl$$
$$f + H_2O \rightleftarrows j$$
$$j + i \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + H_2O$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.
**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare transformărilor din schemă.

**24.** Se consideră următoarele transformări:

$$A \xrightarrow{t^\circ C} a\uparrow + b\uparrow + H_2O_{(v)}$$
$$a + H_2O \rightleftarrows d$$
$$b + H_2O \rightleftarrows e$$
$$a + H_2SO_4 \longrightarrow f$$
$$a + HNO_3 \longrightarrow g$$

Știind că substanța A este praful de copt, iar e este sifonul:
**a)** identifică substanțele notate cu litere;
**b)** scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare transformărilor din schemă;
**c)** determină masa totală de gaze ce rezultă din descompunerea termică a 9,6 g praf de copt.



**25.** Se consideră următoarele transformări:

$$\text{i) } a \xrightarrow{t^\circ C} b + d\uparrow$$
$$\text{ii) } b + AgNO_3 \longrightarrow e\downarrow + KNO_3$$
$$\text{iii) } f + H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} g + h\uparrow + i\uparrow$$
$$\text{iv) } h + i \longrightarrow j$$
$$\text{v) } f + AgNO_3 \longrightarrow e\downarrow + NaNO_3$$
$$\text{vi) } a + j \longrightarrow b + i\uparrow + H_2O$$
$$\text{vii) } i + Fe \longrightarrow k$$
$$\text{viii) } k + H_2SO_4 \longrightarrow l + j$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.
**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare transformărilor din schemă.
**c)** Modelează tipul de legătură din substanțele b, d, f, h, i, j.
**d)** Indică importanța practică a reacțiilor i), ii), iii), iv), v).

**26.** Dacă 1 mol $^{35}Cl$ și 1 mol $^{37}Cl$ reacționează cu 1 mol hidrogen format din izotopii $^1H$ și $^2H$, ce produși vor rezulta?

**27.** Clorul se prezintă în natură sub forma a doi izotopi, $^{35}Cl$ și $^{37}Cl$. Știind că masa atomică a clorului este 35,5, determină procentul de răspândire a celor doi izotopi.

**28.** Prin reacția clorului gazos cu hidroxidul de sodiu se obține hipocloritul de sodiu, folosit ca înălbitor:

$$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaClO + NaCl + H_2O$$

Calculează numărul de molecule de clor utilizat în reacția cu doi moli hidroxid de sodiu.

**29.** Un oxiacid important al azotului este acidul azotic (apa tare) care se obține în laborator prin tratarea azotatului de sodiu cu acid sulfuric. Dacă s-au folosit 50 g soluție acid sulfuric 49%, calculează:
**a)** masa de carbon ce poate fi oxidată de acidul azotic obținut;
**b)** numărul total de molecule de gaze din final.

**30.** Se ard 10 g antracit cu un conținut de 90% carbon. Produsul gazos rezultat se barbotează în 1,11 kg soluție limpede de apă de var 10%. Determină concentrația finală a soluției.

**31.** $6{,}023 \cdot 10^{24}$ atomi de hidrogen reacționează cu $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi de carbon. Substanța în exces se arde într-un volum stoechiometric necesar de aer (20% oxigen), după care se tratează la temperatură înaltă cu un metal (Z = 26; A = 56).
Calculează:
**a)** volumul de aer necesar;
**b)** masa totală de produși de reacție din final.

**32.** Se dau următoarele substanțe: $KClO_3$, $H_2O$, HCl, NaCl, $H_2O_2$, $MnO_2$. Folosind perechi din aceste substanțe, scrie ecuații ale reacțiilor din care se pot obține nemetale.

**33.** Într-o fabrică, prin distilarea aerului lichid, se obțin 340 kg azot care, apoi, se tratează cu $54{,}21 \cdot 10^{27}$ molecule de hidrogen. Produsul rezultat se tratează, apoi, cu acid clorhidric, rezultând o sare A, folosită pentru decaparea metalelor.

Determină:

**a)** cantitatea de substanță în exces;

**b)** numărul de moli de acid clorhidric folosit;

**c)** masa și numărul de moli de sare A.

**34.** Pornind de la materiile prime aer, apă, acid azotic, acid sulfuric, propune câte o metodă de obținere pentru sulfatul de amoniu, respectiv, azotatul de amoniu.

**35.** Determină cantitatea de acid fosforic ce se poate obține prin acțiunea a 100 g soluție acid azotic de concentrație 63% asupra fosforului.

**36.** Două nemetale vecine din aceeași perioadă formează hidruri al căror amestec echimolecular conține 7,353% hidrogen. Atomii celor două nemetale au același număr de neutroni, iar numărul de protoni diferă printr-o unitate. Identifică cele două nemetale.

**37.** Prin reacția a 5,4 g aluminiu cu un nemetal monovalent se formează 26,7 g sare. Determină nemetalul și formula sării formate cu aluminiul.

## 4.6. Probleme propuse

**1.** Calculează numărul de atomi de oxigen din 96 kg ozon.

**2.** O plăcuță de zinc reacționează cu o soluție de acid clorhidric 36,5% când rezultă aceeași cantitate de gaz ca în cazul reacției a 4,6 g sodiu cu apa. Determină masa de zinc și masa soluției de acid clorhidric care participă la reacție.

**3.** Clorul se poate obține în laborator prin următoarea reacție chimică:

$$KClO_3 + 6HCl \rightarrow KCl + 3Cl_2 + 3H_2O$$

Clorul rezultat este folosit apoi în reacția cu un fir de cupru de puritate 80%. Calculează masa firului de cupru, știind că s-au folosit 3,5 g clorat de potasiu de puritate 70%.

**4.** Indică două metode de obținere a hidrogenului, respectiv, a oxigenului în laborator.

**5.** La electroliza apei acidulate, la anod se degajă oxigen, iar la catod, hidrogen. Cum se pot identifica cele două gaze?

**6.** Se dă următoarea schemă-program:

$S + O_2 \rightarrow a$

$a + O_2 \rightarrow b$

$b + H_2O \rightarrow d$

Calculează numărul de molecule de substanță *b* necesare pentru a obține 200 g soluție substanță *d* de concentrație 49%. Ce cantitate de apă este necesară?

**7.** Un oxiacid al clorului conține $24{,}092 \cdot 10^{23}$ atomi de oxigen/mol. Determină formula chimică a acestuia.



**8.** Calculează masa de clor necesară reacției pentru:

**a)** 24 g Mg;

**b)** $6{,}023 \cdot 10^{23}$ Fe;

**c)** $24{,}092 \cdot 10^{21}$ $H_2$;

**d)** 2 kmoli Na.

**9.** Determină masa de cărbune cu un conținut de 60% carbon necesar reducerii produsului care rezultă la arderea a 160 kg cupru de puritate 80%.

**10.** Calculează numărul de molecule de azot care se găsesc în aerul dintr-o încăpere cu dimensiunile 5 m x 5 m x 2,5 m (1 mol gaz = 22,4L la 0°C și 1 atm).

**11.** $6{,}023 \cdot 10^{23}$ molecule de hidrogen reacționează cu $6{,}023 \cdot 10^{23}$ molecule de oxigen. Determină numărul de moli de apă care se formează.

**12.** Un oxiacid al sulfului conține 65,306% oxigen. Acesta se tratează cu fer, când rezultă 4,48L gaz. Identifică oxiacidul și calculează masa acestuia implicată în reacție.

**13.** Doi dintre oxizii clorului prezintă un conținut procentual în oxigen de 61,20%, respectiv, 18,39%. Calculează raportul valențelor clorului în acești compuși.

**14.** Se dă următoarea schemă-program:

$$HgO \xrightarrow{t^\circ C} a + b\uparrow$$

$d + b \rightarrow e$

$f + b \rightarrow g$

$g + d \rightarrow f + e$

$g + h \rightarrow i + e$

$i + j \rightarrow k\downarrow + l$

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice implicate în schemă, având următoarele informații:

*e* este o substanță compusă indispensabilă vieții, *f* se mai numește aramă, *h* este hidracidul elementului ai cărui atomi formează ioni monovalenți negativi izoelectronici cu argonul, iar substanța *j* se mai numește și piatra-iadului.

**b)** Dacă se descompun termic 2 kmoli HgO, iar cantitatea de substanță *b* rezultată se utilizează 25% în reacția a doua și 75% în a treia reacție, calculează masa de compus *g* obținută.

**15.** Determină masa de amoniac ce se poate obține din 100 $m^3$ aer.

# Cap. 5. Metale

## 5.1. Aluminiul

**1.** Citeşte cu atenţie afirmaţiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmaţia este adevărată, încercuieşte litera **A**. Dacă apreciezi că afirmaţia nu este adevărată, încercuieşte litera **F**. Dacă afirmaţia este falsă, înlocuieşte unele cerinţe din enunţ cu altele care fac afirmaţia adevărată.

**a)** Aluminiul este cel mai răspândit metal din scoarţa terestră. **A/F**
**b)** Aluminiul este un metal greu. **A/F**
**c)** Aluminiul formează cu ferul un aliaj numit duraluminiu. **A/F**
**d)** Aluminiul arde cu scântei galben-roşiatice. **A/F**
**e)** Aluminiul are o rezistenţă scăzută la coroziune. **A/F**
**f)** Aluminiul reacţionează cu acidul azotic diluat sau concentrat, punând în libertate hidrogen. **A/F**

**2.** Completează spaţiile libere din următoarele afirmaţii:

Aluminiul se găseşte în natură numai sub formă ..... . În combinaţiile anorganice intră în compoziţia ..... şi a ..... . Materia primă din care se extrage aluminiul este ..... .

Aluminiul este un ....., de culoare .....; poate fi tras în foi subţiri, proprietate numită ..... , sau în fire, proprietate numită ..... . În reacţie cu ..... sau ....., în condiţii normale, rezultă hidrogen. Este utilizat în procesul de ....., obţinându-se metale de puritate avansată.

**3.** Citeşte cu atenţie afirmaţiile de mai jos şi alege din cele două variante de răspuns pe cea pe care o consideri corectă.

Aluminiul este un metal/ nemetal cu densitate mică/ mare; este rău/ bun conducător de căldură şi electricitate. Reacţionează/ nu reacţionează cu acidul sulfuric concentrat sau diluat, dar reacţionează/ nu reacţionează acidul azotic concentrat sau diluat. Este/ nu este rezistent la coroziune şi reacţionează/ nu reacţionează cu apa în condiţii obişnuite.

**4.** Asociază fiecărei utilizări a aluminiului din coloana **A** una sau mai multe proprietăţi care stă (stau) la baza acesteia, reprezentate în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| 1) Industria navală şi aeronautică | a) metal uşor |
| 2) Ambalarea produselor alimentare | b) capacitate mare de reflexie |
| 3) Industria electrotehnică | c) conduce curentul electric şi căldura |
| 4) Sudarea şinelor de tramvai | d) maleabil şi ductil |



| A | B |
|---|---|
| 5) Fabricarea de cisterne | e) formează un aliaj numit duraluminiu |
| 6) Construirea de oglinzi metalice | f) are caracter puternic reducător faţă de unii oxizi ai metalelor |
| 7) În metalurgie, la obţinerea metalelor în stare pură | g) nu reacţionează cu acidul azotic concentrat sau diluat. |

**5.** Oxidul de aluminiu se găseşte în natură sub formă de corindon. Acest mineral are o densitate de 3,97 g/cm$^3$. Determină numărul de atomi de aluminiu din 10 cm$^3$ corindon.

**6.** Calculează procentul de aluminiu din bauxită ($Al_2O_3 \cdot H_2O$).

**7.** Determină numărul de atomi de aluminiu din 510 g oxid de aluminiu.

**8.** Se supun electrolizei 0,5 kmoli oxid de aluminiu. Determină masa de aluminiu rezultată, ştiind că randamentul reacţiei este 80%.

**9.** Ce cantitate de aluminiu este necesară pentru a reacţiona cu acidul clorhidric, ştiind că se degajă aceeaşi cantitate de gaz ca în reacţia a 7,2 g magneziu cu acidul sulfuric?

**10.** 300 g aluminiu de puritate 90% reacţionează cu o soluţie de acid clorhidric 36,5%. Determină:

**a)** masa soluţiei de acid clorhidric folosită;
**b)** numărul de moli de gaz rezultat;
**c)** numărul total de atomi de hidrogen din amestecul final.

**11.** $3{,}613 \cdot 10^{25}$ atomi de aluminiu sunt folosiţi astfel:
- 1/3 din numărul de atomi de aluminiu reacţionează cu sulful;
- 1/3 reacţionează cu clorul;
- 1/3 reacţionează cu oxidul de fer (III).

Calculează:

**a)** masa totală de săruri rezultată;
**b)** numărul de moli de metal obţinut.

**12.** Determină masa de aluminiu de puritate 80% necesară obţinerii a 112 kg fer prin procesul de aluminotermie.

**13.** O probă de 6 moli aluminiu reacţionează astfel: o jumătate se tratează cu o soluţie de acid clorhidric 36,5%, iar cealaltă jumătate, cu o soluţie de hidroxid de sodiu 40%. Calculează:

**a)** numărul de moli de hidrogen degajat;
**b)** masa soluţiei de acid clorhidric utilizată;
**c)** masa soluţiei de hidroxid de sodiu necesară.

**14.** În flacăra unui bec de gaz se ard 0,6 g pulberc de aluminiu de puritate 90%. Determină:

**a)** masa de aluminiu pur utilizată;
**b)** numărul de moli de produs rezultat;
**c)** volumul de aer (20% oxigen) necesar.

**15.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$1)\ Al_2O_3 \xrightarrow{\text{electroliză}} a + b\uparrow$$
$$2)\ a + Cl_2 \longrightarrow d$$
$$3)\ a + S \longrightarrow e$$
$$4)\ a + b \longrightarrow Al_2O_3$$
$$5)\ d + NaOH \longrightarrow f\downarrow + g$$
$$6)\ g + AgNO_3 \longrightarrow h\downarrow + i$$
$$7)\ f + j \longrightarrow d + H_2O$$
$$8)\ a + j \longrightarrow d + k\uparrow$$
$$9)\ k + b \longrightarrow l$$
$$10)\ a + Fe_2O_3 \longrightarrow m + Al_2O_3$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**c)** Indică tipul fiecărei reacții corespunzătoare ecuațiilor din schemă.

**d)** Indică importanța reacțiilor 1,5,6,7,8,9,10.

**16.** Aluminiul reacționează cu o soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 40%, degajându-se 6 mmoli hidrogen. Determină:

**a)** masa de aluminiu utilizată;

**b)** masa de apă rămasă după terminarea reacției.

**17.** O probă de aluminiu de puritate 60% reacționează cu o soluție de acid clorhidric 36,5% în cantitatea stoechiometric necesară. Sarea rezultată se tratează cu 255 g soluție de azotat de argint de concentrație 20%. Determină:

**a)** masa de aluminiu utilizată;

**b)** masa de apă din soluția finală.

**18.** 135 g aluminiu se tratează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%. Produsul gazos rezultat se tratează cu o cantitate stoechimetric necesară de clor. Determină:

**a)** masa de clor necesară;

**b)** concentrația produsului obținut în reacția cu clorul, știind că acesta se dizolvă în 952,5 g apă.

**19.** Un amestec de aluminiu și perclorat de amoniu se folosește drept combustibil pentru rachete:

$$3Al + 3NH_4ClO_4 \longrightarrow Al_2O_3 + AlCl_3 + 3NO + 6H_2O$$

Determină masa de perclorat de amoniu necesar pentru fiecare kilogram de aluminiu din amestec.

**20.** Un aliaj al aluminiului cu conține 95% aluminiu, 3% cupru, 1% magneziu, iar restul substanțe care nu reacționează cu acidul azotic, se tratează cu 1100 g soluție de acid azotic de concentrație 63%, degajându-se 1 mol hidrogen. Calculează:

**a)** masa totală de săruri rezultată;

**b)** numărul total de moli de gaze degajat;

**c)** masa de aluminiu din aliaj.



**21.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$a + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$$
$$a + b + H_2O \longrightarrow Na[Al(OH)_4] + d\uparrow$$
$$d + O_2 \longrightarrow H_2O$$
$$e + f \longrightarrow b + d\uparrow$$
$$b + HCl \longrightarrow g + f$$
$$a + Cl_2 \longrightarrow h$$
$$h + AgNO_3 \longrightarrow i\downarrow + j$$
$$K + b \longrightarrow l + e$$
$$a + Fe_2O_3 \longrightarrow m + n$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice prezentate în schemă.

**22.** O cantitate de aluminiu de puritate 80% reacționează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%, rezultând 6 g hidrogen. Aceeași cantitate de aluminiu se introduce într-o soluție de sulfat de cupru de concentrație 60%. Cantitatea de cupru depusă se introduce într-o soluție de acid sulfuric 80%.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**b)** Determină cantitatea de aluminiu utilizată.

**c)** Calculează masa soluției de acid clorhidric folosită.

**d)** Calculează masa soluției de sulfat de cupru utilizată și numărul de molecule de gaz degajate în reacția cuprului cu acidul sulfuric.

**e)** Determină concentrația procentuală sării rezultate din reacția cuprului cu acidul sulfuric.

**23.** 1480 g aluminiu de puritate 80% se introduc într-o soluție de sulfat de cupru de concentrație 50%. Cuprul depus se separă prin filtrare și se introduce într-o soluție de acid sulfuric 89%. Indică:

**a)** ecuațiile reacțiilor chimice;

**b)** masa soluției de acid sulfuric folosită;

**c)** concentrația procentuală a soluției de sulfat de cupru obținută în final;

**d)** volumul de gaz degajat;

**e)** masa soluției de sulfat de cupru folosită.

**24.** Aliajele Mg-Al sunt caracterizate prin luciu accentuat, duritate și rezistență la coroziune. Considerând o probă de 12,9 g aliaj cu 37,2% magneziu, restul aluminiu, ce reacționează cu o soluție de acid clorhidric 20% ($\rho$ = 1,1 g/mL), calculează:

**a)** compoziția procentuală masică și molară a aliajului;

**b)** volumul soluției de acid clorhidric consumat;

**c)** masa și volumul de hidrogen care se degajă.

**25.** Determină numărul de moli de reactant în exces dacă 1,5 moli de aluminiu reacționează cu o soluție diluată de acid sulfuric ce conține 2 moli acid.

**26.** Materia primă din care se obține aluminiul este bauxita ($Al_2O_3 \cdot H_2O$). Aceasta se supune unor procese chimice din care rezultă oxid de aluminiu care prin electroliză conduce la aluminiu. Presupunând că unui mol de bauxită îi corespunde un mol

de oxid de aluminiu, determină masa de bauxită de puritate 80% necesară obținerii a 108 kg aluminiu.

**27.** Într-o soluție de azotat de argint de concentrație 20% se introduce o plăcuță de aluminiu cu masa de 9 g. După ce reacția a avut loc, plăcuța curată și uscată cântărește 9,33 g. Determină:

**a)** masa de argint depusă;

**b)** masa de aluminiu trecută în soluție;

**c)** concentrația finală a soluției rezultate.

**28.** 6 g dintr-un aliaj format din aluminiu și magneziu cu 15% impurități se dizolvă într-o soluție de acid clorhidric, rezultând 0,25 moli hidrogen. Calculează compoziția procentuală masică a aliajului, știind că impuritățile nu reacționează în aceste condiții.

## 5.2. Ferul

**1.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmația este adevărată, încercuiește litera **A**. Dacă apreciezi că afirmația nu este adevărată, încercuiește litera **F**. Dacă afirmația este falsă, înlocuiește unele cerințe din enunț cu altele care fac afirmația adevărată.

**a)** Ferul are proprietăți magnetice **A/F**

**b)** Ferul prezintă valență variabilă II sau III. **A/F**

**c)** Ferul este un metal rezistent la coroziune. **A/F**

**d)** Ferul reacționează cu acidul azotic concentrat la rece și cu acidul clorhidric, rezultând hidrogen. **A/F**

**e)** Ferul formează aliaje cu carbonul. **A/F**

**2.** Completează spațiile libere din următoarele afirmații:

Ferul este cel mai răspândit metal din scoarța terestră după ..... . În stare liberă se găsește în ....., iar sub formă de compuși în minereuri ca: ....., ....., ....., ....., ..... și ..... . Ferul este un metal de culoare ....., cu proprietăți ..... . În aer umed sau în apă cu săruri prezintă fenomenul de ..... . Este rezistent la acțiunea ..... și a ....., de aceea se folosește la fabricarea ..... . Aliajele ferului cu carbonul sunt ..... și ..... .

**3.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos și alege din cele două variante de răspuns pe cea pe care o consideri corectă.

În stare pură, ferul este rezistent la lovire/ casant, are reactivitate chimică scăzută/ ridicată și prezintă/ nu prezintă proprietăți magnetice. Ferul are o singură valență/ mai multe valențe. În reacție cu clorul, rezultă o sare în care ferul prezintă valența II/ III. Ferul reacționează/ nu reacționează cu acidul sulfuric diluat, dar reacționează/ nu reacționează acidul sulfuric concentrat.



**4.** Asociază fiecărei formule reprezentate în coloana **A** denumirea minereului pe care îl formează din coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| 1) $Fe_2O_3$ | a) magnetit |
| 2) $Fe_3O_4$ | b) hematit |
| 3) $FeS_2$ | c) limonit |
| 4) $CuFeS_2$ | d) pirită |
| 5) $FeCO_3$ | e) sidetit |
| 6) $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ | f) siderit |

**5.** Determină procentul de fer și valența acestuia din următorii compuși: FeO, $Fe_2O_3$ $Fe_3O_4$.

**6.** Hemoglobina, o substanță transportoare de oxigen din globulele roșii, are patru atomi de fer pe moleculă și conține 0,34% fer (în procente de masă). Determină masa moleculară a hemoglobinei.

**7.** Determină volumul de aer (20% oxigen) necesar arderii a 4,2 g pilitură de fer.

**8.** O probă de 2,8 g fier de puritate 80% se utilizează astfel: o jumătate se arde în atmosferă de clor, iar cealaltă jumătate, în oxigen. Determină:

**a)** masa de clor necesară;

**b)** numărul de molecule de oxigen folosit;

**c)** masa de sare rezultată;

**d)** numărul de moli de oxid ce se obține.

**9.** Din reacția ferului cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5% se degajă 0,25 moli hidrogen. Calculează:

**a)** masa de fer utilizată;

**b)** masa de apă din soluția de acid folosită.

**10.** 700 g fier cu 20% impurități reacționează cu clor gazos. Determină cantitatea de sare formată.

**11.** Un cui de fer cu masa de 2,24 g se introduce într-o soluție de sulfat de cupru de concentrație 20%. Determină cantitatea de cupru depusă și masa soluției de sulfat de cupru folosită, dacă se consumă 40% din masa de fer.

**12.** Se ard 5 moli de fer în atmosferă de clor. Peste produsul obținut se adaugă 1,5 kg soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 40%. Calculează:

**a)** volumul de clor necesar;

**b)** numărul de moli de sare rezultată din reacția ferului cu clorul;

**c)** masa de precipitat care se separă;

**d)** concentrația soluției finale.

**13.** Un minereu ce conține $Fe_2O_3$ se reduce cu monoxid de carbon. Calculează:

**a)** masa de fer obținută din 160 g $Fe_2O_3$;

**b)** randamentul reacției, dacă din cele 160 g $Fe_2O_3$ se obțin 89,6g fer.

**14.** O probă de 22,4 g fer de puritate 75% se tratează la cald cu apă în stare de vapori. Determină cantitățile de produși rezultați.

**15.** 175 g clorat de potasiu de puritate 70% se descompun termic, iar gazul rezultat reacționează cu pilitură de fer. Calculează masa de produs obținută în final.

**16.** O plăcuță de fer ce cântărește 25 g se introduce în 200 g soluție de sulfat de cupru 20%. După un anumit timp se cântărește din nou plăcuța și se observă că masa acesteia a crescut cu 2 g. Calculează:

**a)** masa de cupru depusă;

**b)** cantitatea de fer trecută în soluție;

**c)** concentrația soluției finale.

**17.** O probă cu un conținut de 60% fer se tratează cu acid sulfuric diluat de concentrație 20%, iar sarea obținută reacționează cu o soluție de clorură de bariu 20%, când rezultă 13,98 g precipitat. Calculează:

**a)** masa probei de fer;

**b)** volumul de gaz degajat;

**c)** masa soluției de clorură de bariu utilizată;

**d)** concentrația soluției finale.

**18.** Determină masa de fontă cu un conținut de 2,5% carbon obținută din fiecare kilogram de minereu de fier, știind că acesta este extras sub formă de magnetită ($Fe_3O_4$) de puritate 70%.

**19.** O încărcătură de 12000 kg concentrat provenit de la prăjirea parțială a minereului de calcopirită ce conține 26% FeO se introduce într-un furnal. Se adaugă dioxid de siliciu care va forma cu FeO o zgură. Calculează masa de dioxid de siliciu necesară pentru a reacționa cu FeO.

**20.** 140 g fer cu 20% impurități reacționează cu 1168 g soluție de acid clorhidric 25%. Determină:

**a)** substanța în exces și în ce cantitate;

**b)** procentul de sare din soluția finală, știind că impuritățile sunt insolubile în condițiile problemei.

**21.** O probă de fontă cu masa de 10 g conține 6% carbon, restul fer; aceasta se tratează cu masa stoechiometric necesară de soluție de acid clorhidric de concentrație 10% și densitate 1,05 g/mL. Determină:

**a)** volumul soluției de acid clorhidric necesar reacției;

**b)** volumul de hidrogen degajat în condiții normale;

**c)** concentrația procentuală masică a soluției finale, reacția fiind totală;

**d)** precizează etapele de lucru prin care se poate recupera ferul din conținutul eprubetei după ce a avut loc reacția.

**22.** Se consideră următoarea schemă-program:

1) $a + Fe \longrightarrow FeSO_4 + b\uparrow$

2) $a + NaOH \longrightarrow d + e$

3) $e + Na \longrightarrow NaOH + b\uparrow$

4) $b + CuO \longrightarrow f + e$

5) $f + a \longrightarrow g + h\uparrow + e$

6) $a + Al \longrightarrow i + b\uparrow$



7) $i + BaCl_2 \longrightarrow j\downarrow + k$

8) $k + AgNO_3 \longrightarrow l\downarrow + m$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**c)** Modelează legăturile prezente în substanțele b, e, f.

**d)** Indică importanța reacțiilor reprezentate prin ecuațiile 2,3,7,8.

**e)** Știind că s-au utilizat 640 g soluție substanță a de concentrație 49% și 336 g fer de puritate 75%, determină substanța în exces, volumul substanței b rezultată și concentrația procentuală a soluției de sulfat feros rezultat în prima reacție.

**23.** O plăcuță de fer se introduce în 200 g soluție de sulfat de cupru de concentrație 25%. Știind că masa plăcuței a crescut cu 2 grame, calculează:

**a)** masa de cupru depusă;

**b)** masa de fer trecută în soluție;

**c)** compoziția procentuală masică a soluției finale.

**24.** Determină conținutul procentual de dioxid de sulf din amestecul de gaze rezultat la prăjirea a 120 kg pirită în 672 L aer (20% oxigen).

**25.** O plăcuță de fer cu masa de 100 g se introduce în 400 g soluție de sulfat de cupru de concentrație 40%. Determină masa plăcuței după reacție și concentrația soluției finale.

**26.** Calculează procentul de fer dintr-un amestec de FeO și $Fe_2O_3$ care se află în raport:

**a)** masic 2:3;

**b)** molar 2:3.

**27.** Într-un amestec de FeO și $Fe_2O_3$, ferul se găsește într-un procent de 75%. Calculează raportul de masă și pe cel molar în care se găsesc cei doi oxizi în amestec.

## 5.3. Cuprul (arama)

**1.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmația este adevărată, încercuiește litera **A**. Dacă apreciezi că afirmația nu este adevărată, încercuiește litera **F**. Dacă afirmația este falsă, înlocuiește unele cerințe din enunț cu altele care fac afirmația adevărată.

**a)** Cuprul este un metal situat în grupa IA a sistemului periodic. **A/F**

**b)** Cuprul reacționează în condiții obișnuite cu acidul clorhidric. **A/F**

**c)** Cuprul reacționează cu acidul sulfuric concentrat cu degajare de hidrogen. **A/F**

**d)** Cuprul intră în compoziția aliajului numit aramă. **A/F**

**e)** Cuprul reacționează cu sulfatul de fer (II). **A/F**

**2.** Completează spațiile libere din următoarele afirmații:

Cuprul este un metal răspândit în natură rar sub formă ..... , dar cel mai adesea se găsește sub formă de .....: sulfuri (..... și .....) și carbonați (.....). Cuprul se obține prin reducere cu ..... sau cu ..... a ..... de culoare neagră sau prin reacția ferului cu ..... . Cu unele metale formează aliaje: cu zincul formează aliajul numit ....., cu staniul, ....., iar cu ....., aliajul numit constantan. Cuprul este ....., putând fi tras în foițe subțiri, și ....., fiind tras în fire subțiri.

**3.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos și alege din cele două variante de răspuns pe cea pe care o consideri corectă.

Cuprul este un metal cu duritate mare/ mică, bun/ rău conducător de căldură și electricitate. Are/ nu are proprietăți magnetice. Reacționează/ nu reacționează cu acidul sulfuric concentrat și cu acidul azotic concentrat. Formează/ nu formează aliaje cu unele metale. Este un metal rezistent/ nerezistent la coroziune și prezintă valență constantă/ variabilă.

**4.** Asociază fiecărei utilizări a cuprului din coloana **A** una sau mai multe proprietăți care stă (stau) la baza acesteia, reprezentate în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| 1) Metal puțin reactiv | a) confecționarea conductelor |
| 2) Formează aliaje cu alte metale | b) conductor electric |
| 3) Bun conducător de căldură și electricitate | c) fabricare de monezi, statui |
| 4) Malcabil | d) obținerea de metale pure |
| 5) Reacționează cu unele săruri | e) obținerea tablei de cupru |

**5.** Determină procentul de cupru din: cuprit ($Cu_2O$), calcopirită ($CuFeS_2$), calcozină ($Cu_2S$), covelină (CuS) și malachit ($CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$). Specifică valența cuprului din aceste minerale.

**6.** Calculează masa de oxid de cupru (II) obținută prin arderea în flacără a 16 g cupru de puritate 80%.

**7.** Se supun descompunerii termice 310 g carbonat de cupru cu 20% impurități. Produsul solid rezultat se reduce cu hidrogen. Calculează masa de cupru formată.

**8.** Într-o soluție de sulfat de cupru de concentrație 20% se introduce un cui de fier cu masa de 7 g și cu 20% impurități. Calculează:

**a)** masa de cupru depusă;

**b)** masa soluției de sulfat de cupru folosită.

**9.** Se obține cupru conform schemei:

$$Cu_2S + O_2 \longrightarrow a + b\uparrow$$

$$a + d \longrightarrow Cu + CO$$

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor corespunzătoare transformărilor din schemă.

**b)** Determină masa de calcozină necesară obținerii a 64 kg cupru.



**10.** Cuprul obținut prin reducerea oxidului cupric cu 0,4 moli hidrogen se utilizează astfel:

- 20% din cantitatea de cupru obținută se arde în oxigen;
- 20% se arde în atmosferă de clor;
- 20% reacționează cu sulful;
- restul reacționează cu acidul sulfuric concentrat la cald.

Calculează:

**a)** numărul de molecule de oxigen necesare arderii;

**b)** numărul de moli de clor folosiți;

**c)** masa de sulf necesară;

**d)** masa de sare obținută în ultima transformare.

**11.** O placă de cupru se introduce în 170 g soluție de azotat de argint de concentrație 10%. Calculează masa și numărul de atomi de argint ce rezultă dacă se consumă întreaga cantitate de azotat de argint.

**12.** Se consideră următoarele transformări:

$$Cu + a \longrightarrow CuCl_2$$

$$Cu + b \longrightarrow CuO$$

$$CuO + d \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$$

$$e \xrightarrow{t^{\circ}C} CuO + H_2O$$

$$CuSO_4 + NaOH \longrightarrow e\downarrow + Na_2SO_4$$

$$Cu + H_2SO_4 \longrightarrow f + g\uparrow + H_2O$$

$$Cu + HNO_3 \longrightarrow h + i\uparrow + H_2O$$

$$i + O_2 \longrightarrow NO_2$$

$$Cu + HCl \longrightarrow A$$

$$Cu + H_2SO_{4\,diluat.} \longrightarrow B$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**13.** O probă de cupru cu 20% impurități se tratează cu o soluție de azotat de argint de concentrație 25%, depunându-se 54 g argint. Se cere:

**a)** masa probei de cupru folosită;

**b)** masa soluției de azotat de argint utilizată;

**c)** concentrația sării din final, dacă impuritățile sunt insolubile în soluția obținută.

**14.** 100 g aliaj cupru-zinc se tratează cu 200 g soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%. Determină compoziția aliajului.

**15.** Un aliaj cupru-zinc se tratează cu 50 g soluție de acid sulfuric de concentrație 98%, degajându-se 4,48 L hidrogen. Calculează masa aliajului.

**16.** 33,6 g fer se introduc într-o soluție de sulfat de cupru. Jumătate din cantitatea de produs metalic obținut se tratează la cald cu acid sulfuric concentrat, iar cealaltă jumătate, cu acid azotic concentrat. Determină volumul total de gaze rezultate.

**17.** O plăcuță de m grame zinc se introduce într-o soluție de sulfat de cupru de concentrație 25%. Știind că masa plăcuței a scăzut cu 0,2 g, calculează masa soluției de sulfat de cupru consumată.

**18.** 200 g soluție de sulfat de cupru de concentrație 20% se tratează cu o soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 40% și densitate 1,437 g/mL. Precipitatul obținut se supune descompunerii termice, iar solidul rezultat se tratează cu cărbune cu un conținut de 80% carbon, când se formează un metal M. Calculează:

**a)** masa de cărbune necesară;

**b)** numărul de moli de metal M rezultat;

**c)** volumul soluției de hidroxid de sodiu care reacționează.

**19.** Un amestec de cupru și magneziu în raport molar de 1:4 reacționează cu 60 g soluție de acid sulfuric de concentrație 98%. Calculează raportul molar în care se găsesc substanțele în amestecul final.

**20.** 50 g piatră-vânătă ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) se dizolvă în 110 g apă distilată, apoi se adaugă 40 g soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 40%. Calculează:

**a)** concentrația soluției de sulfat de cupru după adăugarea apei distilate;

**b)** concentrația soluției finale.

**21.** O probă de cupru se tratează cu un amestec de acid sulfuric (c = 98%, ρ = = 1,841 g/mL) și acid azotic (c = 63%, ρ = 1,39 g/mL) în raport molar 1:4. Determină:

**a)** masa probei de cupru, știind că masa amestecului de acizi este de 3000 g;

**b)** volumul soluțiilor celor doi acizi.

**22.** Pentru a identifica formula unui minereu important ce conține cupru, fer și sulf se analizează o probă de 55,2 g. În urma prăjirii probei, se obțin 24 g oxid cupric și 0,6 moli dioxid de sulf. Determină compoziția minereului și formula acestuia.

**23.** O probă de 0,6554 g bronz (un aliaj al cuprului cu staniul) a fost tratată cu acid azotic și s-a determinat că are 8,351 mmoli de cupru. Calculează compoziția procentuală masică a aliajului.

**24.** 19,4 g amestec cupru-zinc reacționează cu 70,81 mL soluție de acid sulfuric (c = 80%, ρ = 1,73 g/mL), obținându-se 0,2 moli hidrogen. Calculează:

**a)** compoziția procentuală masică și molară a amestecului de metale;

**b)** numărul total de moli de gaze ce rezultă;

**c)** compoziția procentuală a soluției finale.

**25.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$CuCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} a + b\uparrow$$

$$Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ C} a + H_2O$$

$$a + H_2 \longrightarrow d + H_2O$$

$$CuCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow e + b\uparrow + H_2O$$

$$e + Fe \longrightarrow d + f$$

$$b + H_2O \rightleftarrows g$$

$$e + BaCl_2 \longrightarrow h\downarrow + i$$

$$d + j \longrightarrow a$$



$$d + Cl_2 \longrightarrow i$$

$$d + H_2SO_{4conc.} \longrightarrow e + k\uparrow + H_2O$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere și scrie ecuațiile reacțiilor chimice reprezentate în schema de mai sus.

**b)** Determină cantitatea de substanță a ce rezultă din 2 moli carbonat de cupru.

**c)** Calculează cantitatea de substanță a obținută din 392 g hidroxid de cupru.

**d)** Determină masa soluției de acid sulfuric 98% necesară tratării întregii cantități de cupru formate prin reducerea oxidului de cupru cu hidrogenul.

**e)** Calculează numărul de moli de gaz din reacția cuprului cu acidul sulfuric concentrat.

**26.** 1480 g aluminiu de puritate 80% se introduc într-o soluție de sulfat de cupru de concentrație 50%. Cuprul depus se separă prin filtrare și se introduce într-o soluție de acid sulfuric de concentrație 98%.

**a)** Modelează ecuațiile reacțiilor chimice.

**b)** Calculează masa soluției de acid sulfuric utilizat.

**c)** Determină concentrația procentuală a soluției de sulfat de cupru obținută în final și volumul de gaz degajat.

**27.** 4750 g alamă se introduc într-o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%, rezultând 22 g gaz. Determină:

**a)** masa de acid utilizată;

**b)** compoziția procentuală a aliajului.

**28.** Se arde o sârmă de cupru într-o atmosferă de clor rezultată în urma reacției cloratului de potasiu cu 1,69 mL soluție de acid clorhidric (c = 36,5%, ρ = 1,183 g/mL). Determină masa sârmei de cupru utilizată.

**29.** Se ard în clor 3,2 g cupru. Sarea obținută se tratează cu o soluție de azotat de argint de concentrație 20%. Determină:

**a)** masa soluției de azotat de argint folosită;

**b)** numărul de moli de precipitat obținut.

**30.** Se ard 2,24 g șpan de cupru. Produsul rezultat se tratează cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 49% și densitate de 1,4 g/mL, după care se adaugă o soluție de clorură de bariu 10%. Calculează:

**a)** volumul soluției de acid sulfuric folosită;

**b)** masa soluției de clorură de bariu necesară;

**c)** masa de precipitat formată;

**d)** masa de soluție din final;

**e)** concentrația soluției finale.

## 5.4. Probleme recapitulative

Pentru enunțurile 1-20 se dau patru variante de răspuns, notate cu litere de la **a)** la **d)**. Răspunsurile pot fi adevărate toate, trei, două, unul sau niciunul. Încercuiește răspunsul (răspunsurile) pe care îl (le) consideri corect(e).

**1.** Se dau următoarele metale: Fe, Mg, Al, Cu, Ag. Ordinea creșterii caracterului electropozitiv este următoarea:
**a)** Mg, Al, Fe, Cu, Ag; **b)** Ag, Cu, Fe, Al, Mg;
**c)** Mg, Al, Fe, Cu, Ag; **d)** Ag, Cu, Al, Fe, Mg.

**2.** Reacționează cu acidul azotic concentrat:
**a)** Cu; **b)** Fe; **c)** Al; **d)** Au.

**3.** În urma reacției aluminiului cu acidul azotic concentrat:
**a)** se degajă hidrogen și se formează azotat de aluminiu;
**b)** se degajă hidrogen și se formează azotit de aluminiu;
**c)** se formează azotat de aluminiu, monoxid de azot și apă;
**d)** aluminiu este pasiv la acțiunea acidului azotic.

**4.** Prin arderea ferului în oxigen la temperatură ridicată se obține:
**a)** Fe;
**b)** $Fe_2O_3$;
**c)** $Fe_3O_4$;
**d)** ferul este rezistent la acțiunea oxigenului.

**5.** Prin arderea a 8 g fer de puritate 70% în atmosferă de clor se obțin:
**a)** 18,14 g sare; **b)** 23,21 g sare; **c)** 16,25 g sare; **d)** 12,7 g sare.

**6.** 80 g cupru de puritate 80% reacționează cu acidul sulfuric concentrat. Presupunând că nu se ia în calcul reacția impurităților cu acidul sulfuric, masa de gaz degajată este:
**a)** 64 g; **b)** 2 g; **c)** 40 g; **d)** 2,5 g.

**7.** Configurație electronică a ferului este:
**a)** $K\text{-}2e^-\ L\text{-}8e^-\ M\text{-}8e^-\ N\text{-}8e^-$; **b)** $K\text{-}2e^-\ L\text{-}8e^-\ M\text{-}14e^-\ N\text{-}2e^-$;
**c)** $K\text{-}2e^-\ L\text{-}8e^-\ M\text{-}10e^-\ N\text{-}6e^-$; **d)** $K\text{-}2e^-\ L\text{-}8e^-\ M\text{-}16e^-$.

**8.** Care metal în reacție cu acidul azotic concentrat duce la degajare de hidrogen?
**a)** Mg; **b)** Al; **c)** Cu; **d)** Fe.

**9.** Este adevărată afirmația:
**a)** ferul în aer uscat ruginește;
**b)** prin reacția cuprului cu acidul sulfuric concentrat se degajă un gaz brun-roșcat toxic;
**c)** o plăcuță de cupru introdusă într-o soluție de sulfat de fer (II) se acoperă cu fer;
**d)** unei plăcuțe de zinc introdusă într-o soluție de sulfat de cupru i se micșorează masa.



**10.** Raportul dintre masele de clor și acid clorhidric ce pot reacționa cu un amestec echimolar de fer și cupru este:
**a)** 2,43; **b)** 1,22; **c)** 1,67; **d)** 0,97.

**11.** Un amestec echimolar de aluminiu și cupru cu masa de 18,2 g reacționează cu acidul sulfuric diluat. Masa de gaz formată este:
**a)** 0,6 g; **b)** 13,4 g; **c)** 1 g; **d)** 12,8 g.

**12.** 16,2 g aluminiu reacționează cu $18{,}069 \cdot 10^{22}$ atomi de sulf. După terminarea reacției, se adaugă o cantitate stoechiometric necesară de acid clorhidric de concentrație 36,5%. Masa soluției de acid folosită este:
**a)** 120 g; **b)** 180 g; **c)** 65,7 g; **d)** 60 g.

**13.** Metalul cu cea mai mare conductibilitate electrică este:
**a)** aluminiul; **b)** argintul; **c)** cuprul; **d)** aurul.

**14.** Metalele au o conductibilitate maximă la:
**a)** 0°C;
**b)** 0 K;
**c)** temperatura camerei;
**d)** conductibilitatea electrică nu depinde de temperatură.

**15.** Fiind mai ieftin, se folosește cel mai des ca și conductor electric:
**a)** aluminiul; **b)** cuprul; **c)** argintul; **d)** ferul.

**16.** Un amestec de sodiu și fer în raport molar 1:2 se supune reacției cu apa la temperatura camerei. Numărul de moli de gaz rezultat este:
**a)** 0,5x; **b)** 2,5x; **c)** 3,5x; **d)** 3,66.

**17.** Dintre metalele următoare, alege-l pe cel cu densitatea cea mai mică:
**a)** Na; **b)** Al; **c)** Cu; **d)** Hg.

**18.** Dintre metalele următoare, alege-l pe cel care reacționează cu acidul azotic concentrat și prezintă cel mai mare număr de neutroni:
**a)** Fe; **b)** Mg; **c)** Cu; **d)** Al.

**19.** Se poate transporta în cisterne de aluminiu:
**a)** acidul azotos; **b)** acidul azotic; **c)** acidul sulfuros; **d)** acidul sulfuric.

**20.** Masa de oxid de magneziu ce se formează prin reacția a 12 g magneziu cu 9 g oxigen este:
**a)** 9 g; **b)** 12 g; **c)** 20 g; **d)** 22 g.

**21.** Ferul are o densitate de 7,86 g/cm$^3$. Determină volumul unui cui de fier cu masa de 5 g.

**22.** Corindonul este una din varietățile în care se găsește oxidul de aluminiu în natură. Știind că densitatea oxidului de aluminiu este de 3,97 g/cm$^3$, determină numărul de atomi de aluminiu din 10 cm$^3$ corindon.

**23.** Calculează cantitatea de potasiu folosită în reacția cu apa, dacă masa vasului scade cu 0,8 g față de masa inițială.

**24.** 0,8 g metal divalent reacționează cu acidul sulfuric, degajându-se 0,02 moli de hidrogen. Identifică metalul.

**25.** Determină numărul de atomi de sodiu care în reacție cu apa degajă același volum ca și $18{,}069 \cdot 10^{23}$ atomi de calciu.

**26.** 4,6 g sodiu se introduc în 100 g apă. Determină:

**a)** masa de apă reacționată;

**b)** numărul de moli de gaz degajat;

**c)** concentrația soluției finale.

**27.** 2,4 g magneziu reacționează cu 98 g soluție de acid sulfuric 20%. Calculează:

**a)** masa de hidrogen rezultat;

**b)** compoziția soluției finale.

**28.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$A \xrightarrow{t^{\circ}C} a + b\uparrow$$
$$a + H_2 \longrightarrow d + e$$
$$d + O_2 \xrightarrow{t<2000^{\circ}C} f$$
$$d + O_2 \xrightarrow{t>2000^{\circ}C} a$$
$$d + Cl_2 \longrightarrow g$$
$$d + H_2SO_4 \longrightarrow h + i\uparrow + e$$
$$h + j \longrightarrow k + d\downarrow$$
$$j + HCl \longrightarrow ZnCl_2 + l\uparrow$$

Substanța A conține 51,61% Cu, 9,68% C, 38,71% O, iar un mol de substanță A are $18{,}069 \cdot 10^{23}$ atomi de oxigen.

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**c)** Determină masa de metal d ce se obține în reacția a doua, dacă s-au supus descompunerii 155 kg substanță A de puritate 80%.

**d)** Calculează masa soluției de acid sulfuric de concentrație 98% necesară, presupunând că în condițiile punctului c) cantitatea de substanță d rezultată se împarte în mod egal în reacțiile în care este implicată.

**29.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$\text{I.}\quad X + O_2 \longrightarrow a$$
$$\text{II.}\quad a + X \longrightarrow b$$
$$\text{III.}\quad b + H_2O \longrightarrow d$$
$$\text{IV.}\quad X + H_2O \longrightarrow d + e\uparrow$$
$$\text{V.}\quad d + HCl \longrightarrow f + H_2O$$
$$\text{VI.}\quad f + AgNO_3 \longrightarrow g\downarrow + h$$
$$\text{VII.}\quad a + CO_2 \longrightarrow i + O_2\uparrow$$

Elementul X formează ioni pozitivi monovalenți izoelectronici cu neonul.

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare transformărilor din schemă.

**c)** Indică importanța practică a reacțiilor reprezentate prin transformările iv, v, vi, vii.



**d)** Determină numărul de moli de oxigen degajat, dacă în ultima reacție se utilizează jumătate din cantitatea de substanță a obținută din 11,5 g substanță X de puritate 80%.

**30.** Un aliaj conține 10,6 g bismut, 6,4 g plumb și 3 g staniu.

**a)** Calculează compoziția procentuală masică a aliajului.

**b)** Calculează masa fiecărui metal necesară obținerii a 70 g aliaj.

**c)** Calculează masa de aliaj ce conține 2,1 g staniu.

**31.** 5,4 g dintr-un metal trivalent se tratează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 10% și densitate 1,06 g/cm$^3$. Știind că se degajă același număr de moli de gaz ca și în cazul reacției a 7,2 g magneziu cu o soluție de acid clorhidric, determină:

**a)** metalul, configurația sa electronică, poziția în sistemul periodic, caracterul său chimic și electrochimic;

**b)** volumul soluției de acid clorhidric utilizat.

**32.** Se consideră următoarea schemă-program

$$HgO \xrightarrow{t^{\circ}C} a + b\uparrow$$
$$a + AgNO_3 \longrightarrow d + e\downarrow$$
$$e + HNO_{3conc.} \longrightarrow f + g\uparrow + i$$
$$b + j \longrightarrow i$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare transformărilor din schemă.

**c)** Determină volumul soluției de acid azotic de concentrație 63% și densitate 1,39 g/cm$^3$, dacă se descompun 325,5 g oxid roșu de mercur de puritate 80%.

**33.** Un element are 3 $e^-$ pe stratul al treilea.

**a)** Identifică elementului.

**b)** Modelează configurația sa electronică.

**c)** Indică poziția în sistemul periodic (cu justificare).

**d)** Determină caracterul său chimic și electrochimic.

**e)** Reprezintă ecuațiile reacțiilor elementului cu oxigenul, clorul, sulful, acidul clorhidric, acidul azotic, acidul sulfuric, soluția de hidroxid de sodiu, sulfatul de cupru.

**34.** Hidrogenul rezultat în urma reacției dintre sodiu și apă este utilizat pentru reducerea a 200 g oxid feric de puritate 80%. Determină:

**a)** masa de sodiu utilizată;

**b)** volumul de apă necesar obținerii hidrogenului, știind că s-a lucrat cu un exces de 80% față de cantitatea stoechiometric necesară.

**35.** 3,2 tone pirită de puritate 75% se ard în oxigen. Produsul solid se reduce, apoi, cu aluminiu, iar metalul rezultat se arde în atmosferă de clor. Calculează:

**a)** numărul de moli de produs final ce se obține;

**b)** concentrația soluției finale, dacă peste sarea rezultată se adaugă 13 tone apă.

**36.** Se dă următoarea schemă-program:

$$1)\ S + a \longrightarrow b$$
$$2)\ b + a \longrightarrow d$$

3) $d + e \longrightarrow f$

4) $f + Na \longrightarrow Na_2SO_4 + g\uparrow$

5) $g + a \longrightarrow e$

6) $e + Na \longrightarrow h + g\uparrow$

7) $f + Cu \longrightarrow i + b\uparrow + e$

8) $i + f \longrightarrow j + e$

9) $j + BaCl_2 \longrightarrow l\downarrow + m$

10) $h + f \longrightarrow Na_2SO_4 + e$

11) $Al + j \longrightarrow n + o\downarrow$

12) $Al + p \longrightarrow Al_2O_3 + Fe$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare transformărilor din schemă.

**c)** Indică tipul legăturile din substanțele a, b, e, g.

**d)** Aranjează în ordinea crescătoare a reactivității chimice metalele cuprinse în schemă.

**e)** Indică importanța practică a reacțiilor 1), 2), 3), 9), 11), 12).

**f)** Știind că în procesul tehnologic s-au utilizat 480 g sulf de puritate 85% și că pentru obținerea substanței f s-au adăugat 1200 g substanță e, determină concentrația procentuală a soluției dc substanță f, masa de sodiu utilizată în reacția 4), precum și numărul de moli de substanță g ce rezultă.

**37.** Două metale divalente formează un amestec echimolar de cloruri cu un conținut de 61,739% clor. Determină cele două metale, știind că raportul dintre masele lor atomice este 3:8.

**38.** O plăcuță de cupru ce cântărește m grame se introduce în 85 g soluție de azotat de argint de concentrație 30%. Știind că masa plăcuței la final crește cu 9,5 g, determină:

**a)** masa de argint depusă;

**b)** compoziția soluției rezultată după ce reacția s-a încheiat.

**39.** Se introduce un fir de argint care cântărește 2 g în 200 g soluție de sulfat de cupru de concentrație 20%. Determină masa firului de argint după încheierea procesului.

**40.** O probă de aliaj de lipit ce cântărește 6,5 g a fost „dizolvată" în acid azotic diluat și apoi tratată cu acid sulfuric, când se obține un precipitat de sulfat de plumb (II) care după filtrare, spălare și uscare cântărește 5,86 g. Filtratul rămas se neutralizează pentru a precipita acidul stanic care prin descompunere duce la 2,54 g oxid de staniu (IV). Calculează compoziția procentuală masică a aliajului.



## 5.5. Probleme propuse, recapitulative, substanțe simple

**1.** Se dau metalele: Al, Fe, Cu. Calculează numărul de molecule de gaz care se degajă prin reacția a 2 moli din fiecare metal enunțat cu acidul azotic concentrat.

**2.** Scrie formulele chimice ale următoarelor metale cu cel mai electronegativ element din Sistemul Periodic: Al, Mg, Ca, Na, K, Fe.

**3.** Calculează masa unui atom de fer exprimată în grame.

**4.** Determină masa de fer din 920 kg calcopirită.

**5.** Un metal prezintă următoarea configurație electronică: $K - x\,e^-\ L - y\,e^-\ M - (x + 1)\,e^-$. Identifică metalul și modelează ecuațiile reacțiilor chimice ale acestuia cu: oxigenul, clorul, acidul clorhidric, acidul azotic concentrat și diluat, oxidul de crom (III).

**6.** Completează ecuațiile reacțiilor chimice posibile:

$Zn + HCl \rightarrow$

$Ag + H_2O \rightarrow$

$Hg + ZnCl_2 \rightarrow$

$Fe + H_2SO_{4\ diluat} \rightarrow$

$Fe + O_2 \rightarrow$

$Al + Cl_2 \rightarrow$

**7.** Se dă următoarea schemă-program:

$A \xrightarrow{\text{electroliză}} a + b\uparrow$

$a + HCl \rightarrow d + e\uparrow$

$d + AgNO_3 \rightarrow f + g\downarrow$

*A* este un oxid al unui metal folosit în aluminotermie.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**b)** Indică tipul fiecărei reacții din schemă.

**c)** Clasifică substanțele întâlnite în schemă.

**d)** Dacă s-au folosit 170 kg substanță A de puritate 80%, calculează numărul de moli de precipitat *g* format și masa soluției de azotat de argint 25% folosită.

**8.** O plăcuță de cupru de 10 g se introduce într-o soluție de azotat de argint. Dacă s-au depus 5,4 g argint, calculează procentul cu care se modifică masa plăcuței.

**9.** Un amestec de 25 g zinc și argint este supus reacției cu o soluție de acid clorhidric, când se degajă 0,3 moli gaz. Determină compoziția procentuală masică a amestecului de metale.

**10.** Prin arderea unei anumite cantități de metal divalent rezultă 4 g oxid, iar prin reacția aceleiași cantități cu clorul, 9,5 g clorură. Identifică metalul și calculează numărul de moli de metal reacționat.

**11.** 2,3 g sodiu se introduc în 100 g soluție hidroxid de sodiu de concentrație 20%. Determină concentrația procentuală a soluției finale.

**12.** Un fir de cupru se supune reacției de ardere. Știind că masa acestuia s-a modificat cu 16%, determină procentul de cupru reacționat.

**13.** *m* g dintr-un oxid al unui metal trivalent ce conține 68,42% metal este supus procesului de aluminotermie. Determină cantitatea de metal ce rezultă.

**14.** Se dă următoarea schemă-program:

$$a \xrightarrow{t^\circ C} b + d\uparrow$$

$$e \xrightarrow{t^\circ C} b + f\uparrow$$

$$g + f \rightarrow b$$

$$g + h \rightarrow i$$

$$b + HCl \rightarrow i + j$$

$$g + S \rightarrow k$$

$$k + HCl \rightarrow i + m\uparrow$$

$$i + NaOH \rightarrow n + o$$

$$n \xrightarrow{t^\circ C} b + j$$

Identifică substanțele notate cu litere și scrie ecuațiile reacțiilor chimice implicate, știind că *b* și *e* sunt doi oxizi ai unui metal ce conțin 92,825%, respectiv, 86,61% metal, iar raportul valențelor metalului în cei doi oxizi este 1:2.

**15.** 17,9 g amestec format din fier, cupru și aluminiu este tratat cu o soluție de acid azotic concentrat, când rezultă 0,1 moli gaz. După încetarea reacției, reziduul se filtrează și se tratează cu 100 g soluție de acid clorhidric 36,5%, apoi cu o soluție de azotat de argint 10%, când se obțin 143,5 g precipitat. Dacă se lucrează cu un exces de acid clorhidric de 50%, determină raportul molar al metalelor din amestec.

**16.** Se dă următoarea schemă-program:

$$Al_2O_3 \xrightarrow{\text{electroliză}} a + b\uparrow$$

$$a + HCl \rightarrow d + e\uparrow$$

$$d + NaOH \rightarrow f\downarrow + g$$

$$f + H_2SO_4 \rightarrow h + i$$

$$a + NaOH + i \rightarrow j + e\uparrow$$

$$S + b \rightarrow k$$

$$e + b \rightarrow i$$

$$k + i \rightarrow l$$

Identifică substanțele notate cu litere și scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**17.** Cel mai mare diamant din lume a fost descoperit în anul 1905 în Africa de Sud și poartă denumirea de diamantul Cullinan. Acesta avea 3106 carate (1 carat = 200 mg).

**a)** Calculează masa exprimată în grame a acestui diamant.

**b)** Dacă 1/100 din acest diamant este supus reacției de ardere, calculează numărul de molecule de gaz ce rezultă.

**18.** Calculează numărul de moli de substanță care rezultă în urma reacției a 2 moli fer cu $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi clor.

**19.** Un aliaj format din magneziu și aluminiu cu un conținut de 70% aluminiu reacționează cu o soluție de acid clorhidric 36,5%, rezultând 10 g hidrogen. Determină masa aliajului.



**20.** În 10 g soluție piatră-vânătă de concentrație 30% se introduce un cui de fier cu masa de 5 g. Dacă întreaga cantitate de piatră-vânătă a reacționat, calculează:

**a)** masa de fier trecută în soluție;

**b)** masa de cupru depusă;

**c)** masa cuiului după încetarea reacției;

**d)** masa soluției finale.

**21.** Asociază denumirile substanțelor din coloana **A** cu aplicațiile lor practice enunțate în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| cupru | filament pentru becuri |
| staniu | obținerea oțelului |
| wolfram | dezinfectant pentru bazinele de înot |
| clor | obținerea aliajelor ușoare |
| aluminiu | vulcanizarea cauciucului |
| fer | obținerea temperaturilor scăzute |
| azot | obținerea bronzului |
| sulf | |

**22. a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice cu acidul sulfuric concentrat la cald pentru următoarele elemente: Zn, Cu, C, S.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice ale clementelor mai sus menționate cu acidul sulfuric diluat la rece.

**23.** O probă ce conține un amestec Cu-Zn este tratată cu o soluție de acid sulfuric 49% la cald, rezultând 0,5 moli amestec gazos. Aceeași probă tratată cu o soluție de acid clorhidric 10% duce la 0,4 moli gaz. Calculează:

**a)** masa probei Cu-Zn;

**b)** masele soluțiilor de acizi care se folosesc.

**24.** 16,2 g metal situat în grupa a III-a A perioada a 3-a reacționează cu oxidul unui metal trivalent *X* ce conține 30% oxigen. Ce masă de clorură se obține prin tratarea metalului *X* cu o cantitate stoechiometric necesară de clor?

**25.** Calculează numărul de molecule de hidrogen care se degajă în urma reacției a 4,6 g sodiu cu 100 g soluție de hidroxid de sodiu 40%. Care va fi concentrația procentuală a soluției obținute?

**26.** 10 g amestec format din pilitură de fier, cupru și pulbere de cărbune, cu un conținut masic de fier de 1,75 ori mai mare față de cel de cupru și cu 12% cărbune, se tratează cu o soluție de acid clorhidric 36,5%. După terminarea reacției, reziduul obținut se tratează cu o soluție de acid sulfuric 80% în cantitatea stoechiometric necesară. Din soluția obținută cristalizează o substanță de culoare albastră care se dizolvă, apoi, în 300 mL apă. Determină:

**a)** masa soluției de acid clorhidric folosită;

**b)** numărul total de moli de gaze ce se degajă;

**c)** masa de cristalohidrat ce se obține;

**d)** concentrația soluției obținută prin dizolvare.

**27.** Produsul solid rezultat la descompunerea termică a unei probe de carbonat bazic de cupru ($CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$) se reduce cu aluminiu, când se obţin 4,8 t cupru. Determină masa probei descompuse.

**28.** Staniul se utilizează în cantităţi mari la fabricarea tablei albe folosită pentru confecţionarea cutiilor de conserve deoarece stratul subţire de staniu protejează fierul împotriva coroziunii. Calculează masa de casiterită ($SnO_2$) supusă reducerii cu cărbune necesară obţinerii staniului utilizat pentru acoperirea unei table de fier cu dimensiunile de 2 m x 3 m într-un strat de 2 mm grosime ($\rho_{Sn} = 7{,}31 g/cm^3$).

**29.** 17,5 g amestec de fier, aluminiu şi carbon este tratat cu o soluţie apoasă de hidroxid de sodiu, când se degajă 3,36 L gaz. Aceeaşi cantitate de amestec tratată cu o soluţie de acid azotic concentrat degajă 8,96 L gaz. Determină conţinutul masic şi molar al probei.

**30.** Produsul gazos care se obţine în urma reacţiei celor două gaze rezultate la electroliza a 292,5 g soluţie clorură de sodiu de concentraţie 40% se dizolvă în 400 g apă. Calculează concentraţia procentuală a soluţiei de acid care se obţine.



# Cap. 6. Substanţe compuse

## 6.1. Oxizi

**1.** Citeşte cu atenţie afirmaţiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmaţia este adevărată, încercuieşte litera **A**. Dacă apreciezi că afirmaţia nu este adevărată, încercuieşte litera **F**. Dacă afirmaţia este falsă, înlocuieşte unele cerinţe din enunţ cu altele care fac afirmaţia adevărată.

**a)** Oxidul de calciu se numeşte var stins. **A/F**
**b)** Dioxidul de carbon se găseşte în aerul atmosferic. **A/F**
**c)** Oxizii metalelor reacţionează cu bazele solubile, formând săruri şi apă. **A/F**
**d)** Unii oxizi ai metalelor se folosesc în procesul de aluminotermie. **A/F**
**e)** $Fe_2O_3$ se numeşte trioxid de fer. **A/F**

**2.** Completează spaţiile libere din următoarele afirmaţii:

Oxizii sunt compuşi binari ai ..... cu atomi de ..... sau de ..... . Formula generală a unui oxid este ..... . Oxizii nemetalelor se mai numesc şi oxizi ..... deoarece reacţionează cu apa formând ..... . Oxizii metalelor mai poartă denumirea de oxizi ..... pentru că în reacţie cu apa formează ..... . $Fe_2O_3$ se denumeşte ..... sau ..... . Oxidul de cupru (II) se obţine prin descompunerea termică a ..... sau a ..... . Prin dizolvarea dioxidului de carbon în apă se obţine acidul ....., denumit şi ..... .

**3.** Asociază oxizilor reprezentaţi prin formulele chimice din coloana **A** una sau mai multe utilizări din coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| 1) $CO_2$ | a) fontă şi oţel |
| 2) CaO | b) fabricarea acidului sulfuric |
| 3) $SiO_2$ | c) solvent selectiv la rafinarea petrolului |
| 4) $V_2O_5$ | d) var nestins |
| 5) FeO | e) componentă a apelor minerale |
| 6) $Fe_2O_3$ | f) catalizator |
| 7) $SO_2$ | g) obţinerea sifonului |
| 8) $SO_3$ | h) gaz implicat în fotosinteză |
| | i) intră în compoziţia sticlei |

**4.** Calculează procentul de oxigen din următorii oxizi: $Al_2O_3$, $SiO_2$, $P_2O_3$, $P_2O_5$, CuO, $Cu_2O$. Indică valenţa elementelor din aceşti oxizi.

**5.** Indică denumirea tehnică a oxizilor reprezentați prin următoarele formule chimice: $CaO$, $2PbO \cdot PbO_2$, $FeO \cdot Fe_2O_3$ ($Fe_3O_4$), $Fe_2O_3$, $Fe_2O_3 \cdot H_2O$. Determină valența metalului din acești oxizi.

**6.** Calculează numărul de moli de oxid ce se obține prin arderea a 12 g magneziu.

**7.** Se supun descompunerii termice 1250 kg piatră de var de puritate 80%. Determină:

**a)** masa de gaz degajat;

**b)** numărul de atomi din produsul solid format.

**8.** Pentru o prăjitură se folosesc 4,8 g praf de copt (carbonat de amoniu). Calculează volumul total de gaze (c.n.) care se degajă în timpul coacerii prăjiturii, dacă la acea temperatură apa ce rezultă prin descompunere se află în stare de vapori.

**9.** O soluție de acid clorhidric de concentrație 10% reacționează cu 4,2 g bicarbonat de sodiu.

**a)** Propune o metodă de identificare a oxidului rezultat.

**b)** Calculează numărul de moli de oxid ce rezultă din reacție.

**10.** Indică oxizii care pot fi folosiți în procesul de aluminotermie și scrie ecuațiile chimice corespunzătoare: $ZnO$, $CaO$, $CuO$, $Fe_2O_3$, $Na_2O$, $MgO$.

**11.** Prin descompunerea termică a oxidului roșu de mercur se obțin 0,25 moli oxigen. Determină masa de oxid folosit, știind că acesta are 20% impurități.

**12.** Determină masa de sulf de puritate 80% necesară obținerii a 32 g trioxid de sulf.

**13.** Calculează masa soluției ce se obține prin reacția a 16 g trioxid de sulf cu 82 g apă.

**14.** Scrie trei ecuații ale unor reacții în urma cărora se obține dioxid de sulf. Calculează masele de reactant necesare obținerii a 2 moli dioxid de sulf.

**15.** Calculează masa de oxid și numărul de molecule de gaz care se formează în urma reacției a 16,8 g fer cu vaporii de apă.

**16.** 1,12 g oxid al unui metal divalent reacționează cu acidul clorhidric, formând 2,22 g sare. Identifică metalul și scrie ecuația reacției chimice corespunzătoare.

**17.** Determină numărul de moli de gaz de apă ce se obține prin reacția a 112 kg cărbune incandescent cu un conținut de 75% carbon în prezența vaporilor de apă.

**18.** Se descompun termic 15,5 g carbonat de cupru de puritate 80%, după care se adaugă o soluție de acid sulfuric de concentrație 49%. Determină:

**a)** masa soluției de acid folosită;

**b)** numărul de moli de sare rezultată.

**19.** Prima etapă în recuperarea magneziului din apa de mare, în care se găsește sub formă de clorură de magneziu, este precipitarea ca hidroxid de magneziu folosind var stins. Determină masa de calcar de puritate 80% necesară obținerii varului stins, dacă precipită 1160 tone hidroxid de magneziu.

**20.** Calculează masa de dioxid de sulf formată prin arderea piritei într-un volum de 308 $m^3$ aer (20% oxigen). Determină masa de trioxid de sulf rezultată prin oxidarea unei jumătăți din cantitatea de dioxid de sulf formată.

**21.** Se ard 1,6 kg sulf, iar produsul obținut se tratează cu apă. Ce indicator se folosește pentru a pune în evidență substanța obținută în final și ce se observă? Determină masa de apă necesară pentru a obține în final o soluție de concentrație 20%.



**22.** 2 moli dioxid de carbon se barbotează în 400 g soluție hidroxid de calciu de concentrație 40%. Peste jumătate din carbonatul obținut se adaugă o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%.

**a)** Scrie ecuațiilor reacțiilor chimice corespunzătoare.

**b)** Indică substanța în exces din prima reacție.

**c)** Calculează masa soluției de acid clorhidric folosită și numărul de moli de gaze ce se obține.

**23.** 31 g carbonat de cupru se supun descompunerii termice. Produsul gazos se barbotează într-o soluție de apă de var de concentrație 10%, iar celălalt produs al descompunerii se tratează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 20% și densitate de 1,14 $g/cm^3$. Calculează:

**a)** numărul total de moli de oxizi formați;

**b)** masa soluției de apă de var folosită;

**c)** volumul soluției de acid clorhidric necesar;

**d)** masa de precipitat formată.

**24.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$A \xrightarrow{t^{\circ}C} a + b\uparrow$$

$$a + H_2O \longrightarrow d$$

$$d + HCl \longrightarrow e + f$$

$$e + AgNO_3 \longrightarrow g\downarrow + h$$

$$b + H_2O \rightleftarrows i$$

$$b + d \longrightarrow j\downarrow + f$$

$$b + C \longrightarrow k$$

A este o substanță ce conține 40% Ca, 12% C și 48% O în procente de masă.

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice reprezentate în schema de mai sus.

**c)** Indică tipul reacțiilor chimice.

**d)** Indică oxizii întâlniți în schemă, denumește-i și clasifică-i.

**e)** Calculează cantitatea de substanță A de puritate 80% necesară obținerii a 14,8 g produs *d*.

**f)** Calculează masa de cărbune cu un conținut de 60% cărbon necesară reducerii a jumătate din cantitatea de substanță *b*, conform datelor de la punctul e).

**25.** Determină procentul de oxigen dintr-un amestec de $Cu_2O$ și $CuO$ care se află în raport:

**a)** molar 1:2;

**b)** masic 1:2.

**26.** Într-un amestec de dioxid și trioxid de sulf, oxigenul se găsește într-un procent de 52,4%. Calculează raportul molar, respectiv, raportul masic al celor doi oxizi din amestec.

**27.** Se ard 6 g magneziu de puritate 80%. Produsul se introduce într-un vas ce conține 100 mL apă ($\rho$ = 1 g/mL), iar apoi se adaugă o cantitate stoechiometrică de soluție de acid clorhidric 20%. Calculează:

**a)** volumul de aer (20% oxigen) necesar arderii;

**b)** masa de apă din final;

**c)** concentrația soluției finale.

**28.** Un amestec de magneziu și cupru în raport molar 1:3 se arde în oxigen. Produșii rezultați se tratează cu 146 g soluție de acid clorhidric de concentrație 20%. Calculează:

**a)** masa amestecului de metale;

**b)** numărul de moli din fiecare oxid format;

**c)** masa totală de săruri din final.

**29.** Un amestec de oxid de calciu și oxid de sodiu se tratează cu 100 g apă, apoi cu 365 g soluție de acid clorhidric de concentrație 20%, rezultând un amestec de săruri ce cântărește 114 g. Calculează:

**a)** masa amestecului inițial;

**b)** compoziția procentuală a amestecului final.

**30.** Prin analiza unui anumit tip de sticlă s-a observat că aceasta are următoarea compoziție: 12,9% $B_2O_3$, 2,2% $Al_2O_3$, 3,8% $Na_2O$, 0,4% $K_2O$ și restul $SiO_2$. Determină raportul dintre numărul de atomi de siliciu și cel al atomilor de bor din sticlă.

## 6.2. Acizi

**1.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmația este adevărată, încercuiește litera **A**. Dacă apreciezi că afirmația nu este adevărată, încercuiește litera **F**. Dacă afirmația este falsă, înlocuiește unele cerințe din enunț cu altele care fac afirmația adevărată.

**a)** Acizii anorganici sunt substanțe răspândite în natură. **A/F**

**b)** Acidul clorhidric intră în compoziția sucului gastric. **A/F**

**c)** Acizii dibazici au în molecula lor două grupe –OH. **A/F**

**d)** Acidul azotic are caracter oxidant. **A/F**

**e)** Acidul clorhidric reacționează cu sulfatul de sodiu, eliberând acidul sulfuric. **A/F**

**f)** Valența radicalului acid este egală cu numărul de atomi de hidrogen substituiți. **A/F**

**2.** Completează spațiile libere din următoarele afirmații:

Acizii sunt substanțe ....., ce au în moleculă unul sau mai mulți atomi de ..... și un ..... ..... . După criteriul compoziției, acizii se pot clasifica în ..... (un exemplu: acid .....) și în ..... (1 exemplu: acid .....), după numărul de atomi de hidrogen ce se pot înlocui cu atomi de metal, sunt acizi



..... (1 exemplu: acid .....) sau ..... (1 exemplu: acid .....), iar după tărie, pot fi acizi ..... (1 exemplu: acid .....) sau acizi ..... (1 exemplu: acid .....).

**3.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos și alege din cele două variante de răspuns pe cea pe care o consideri corectă.

Acizii anorganici sunt substanțe *simple/ compuse*, ce se prezintă în *toate stările de agregare/ stare de agregare lichidă*; sunt *greu solubili/ solubili* în apă. Soluțiile de acizi au gust *acru/ leșios* și *conduc/ nu conduc* curentul electric. Acizii pot rezulta din reacția unor oxizi de *metal/ nemetal* cu apa.

Acidul sulfuric este un acid *tare/ slab*, din categoria *hidracizilor/ oxiacizilor*, și este un acid *dibazic/ monobazic*.

Acizii reacționează cu oxizii de *metal/ nemetal*, formând săruri și apă.

**4.** Asociază fiecărui acid din coloana **A** una sau mai multe caracteristici reprezentate în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| 1) acid azotic | a) Este un acid slab. |
| 2) acid clorhidric | b) Se folosește la obținerea clorului. |
| 3) acid sulfuric | c) Este deshidratant puternic. |
| 4) acid carbonic | d) Are caracter oxidant puternic. |
| | e) Se mai numește vitriol. |
| | f) Intră în compoziția apei regale. |
| | g) Este componentă a sifonului. |
| | h) Este folosit la bateria de mașină. |
| | i) Denumirea sa tehnică este apă tare. |
| | j) A mai fost numit „spirt de sare” |

**5.** Precizează ordinea descrescătoare a tăriei următorilor acizi: $H_2SO_4$, $H_3PO_4$, $H_2CO_3$, $HNO_3$, HCl, $HClO_4$.

**6.** Se dau următorii acizi: acid fosforic, acid cloric, acid hipocloros, acid carbonic. Scrie formulele și denumirile sărurilor de sodiu ce se formează pornind de la acești acizi. Specifică valența radicalilor acizi corespunzători.

**7.** Scrie formulele chimice ale următorilor compuși:

**a)** acid cloric; **b)** acid sulfuric;

**c)** sulfat acid de aluminiu; **d)** sulfat de fer (III);

**e)** sulfit de sodiu; **f)** azotit de calciu;

**g)** clorit de potasiu.

**8.** Denumește următorii compuși:

**a)** $HNO_3$; **b)** $K_2HPO_4$; **c)** $KNO_2$; **d)** $KHCO_3$;

**e)** $KH_2PO_4$; **f)** $K_3PO_4$; **g)** $H_2SO_3$; **h)** $KHSO_3$.

**9.** Calculează masa de acid sulfuric ce conține $1{,}05 \cdot 10^{20}$ atomi oxigen.

**10.** Calculează masa de țipirig care se obține prin reacția unui mol de acid clorhidric cu amoniacul.

**11.** Ce reactiv și în ce cantitate se folosește pentru a identifica 2 moli de acid sulfuric?

**12.** Determină masa soluției de azotat de argint de concentrație 40% necesară reacției cu 730 g soluție de acid clorhidric de concentrație 10%.

**13.** 1400 kg soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 60% se neutralizează cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 20%. Determină:

**a)** masa soluției de acid folosită;

**b)** cantitatea de sare obținută.

**14.** O tabletă antiacidă conține 1,68 g bicarbonat de sodiu. Ce volum de suc gastric ($\rho$ = 1 g/mL, concentrația în acid clorhidric 0,3%) poate neutraliza această tabletă?

**15.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$a + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$CO_2 + b \rightleftarrows d$$

$$b + Na \longrightarrow e + f\uparrow$$

$$f + O_2 \longrightarrow b$$

$$e + g \longrightarrow NaCl + b$$

$$NaCl + h \longrightarrow g + i$$

$$h + BaCl_2 \longrightarrow j\downarrow + g$$

$$g + AgNO_3 \longrightarrow l\downarrow + m$$

$$g + n \longrightarrow MgCl_2 + f\uparrow$$

$$g + o \longrightarrow CuCl_2 + b$$

$$Cu + h \longrightarrow p + r\uparrow + b$$

$$C + h \longrightarrow r\uparrow + CO_2\uparrow + b$$

$$S + h \longrightarrow r\uparrow + b$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice reprezentate în schemă.

**16.** Calculează cantitatea de zinc:

**a)** necesară reacției cu 3,5 moli acid clorhidric.

**b)** ce va reacționa cu 3,5 moli acid clorhidric, dacă se folosesc 2 moli de zinc.

**c)** ce va reacționa cu 3,5 moli acid clorhidric, dacă se folosește 1 mol de zinc.

**17.** Determină numărul de moli de hidrogen care s-ar obține în fiecare caz în problema anterioară.

**18.** Acidul clorhidric se poate prepara prin încălzirea clorurii de sodiu cu acid sulfuric concentrat. Ce cantitate de acid sulfuric 90% este necesară pentru a obține 100 kg acid clorhidric de concentrație 36,5%?

**19.** Gazul rezultat prin reacția a 1,3 g zinc cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 49% se arde în atmosferă de clor. Calculează:

**a)** masa de gaz rezultat în reacția zincului cu acidul sulfuric;

**b)** masa soluției de acid folosită;

**c)** numărul de moli de gaz ce rezultă în final.



**20.** Acidul clorhidric gazos se obține prin acțiunea unei soluții de acid sulfuric asupra sării de bucătărie în stare solidă la încălzire, metodă pusă la punct de către Glauber. Ce masă de acid clorhidric se obține dacă se utilizează 200 g soluție de acid sulfuric de concentrație 98%? Determină concentrația soluției ce se poate obține prin barbotarea acidului clorhidric în 254 mL apă distilată ($\rho$ = 1 g/mL).

**21.** În laborator, acidul azotic se obține prin reacția salpetrului de Chile ($NaNO_3$) cu o soluție de acid sulfuric. Dacă s-au folosit 200 g soluție de acid sulfuric de concentrație 49%, determină:

**a)** masa de acid rezultată;

**b)** compoziția procentuală masică și molară a amestecului final.

**22.** În industrie, acidul sulfuric se obține conform următoarei scheme:

$$FeS_2 + O_2 \longrightarrow a + b$$

$$b + O_2 \longrightarrow d$$

$$d + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

Calculează masa de pirită de puritate 80% necesară obținerii a 2 moli acid sulfuric.

**23.** Se supun descompunerii termice 12,4 g carbonat de cupru. Unul dintre produșii rezultați se tratează cu o soluție de acid azotic de concentrație 25%. Calculează masa de acid folosită.

**24.** 100 g soluție de o soluție de acid sulfuric de concentrație 98% se tratează cu argint. Calculează:

**a)** masa de argint folosită;

**b)** numărul de molecule de gaz ce se degajă.

**25.** 200 g soluție de acid sulfuric de concentrație 98% se tratează cu sare de bucătărie solidă, rezultând un gaz care se barbotează în apă, formând o soluție *S* de concentrație 36,5%. Soluția formată se tratează cu o soluție de azotat de argint de concentrație 20%. Calculează:

**a)** numărul de moli de gaz rezultat;

**b)** cantitatea de apă necesară obținerii soluției *S*;

**c)** masa soluției de azotat de argint folosită;

**d)** masa de precipitat formată.

**26.** Din șirul de ecuații de mai jos, alege reacțiile posibile și scrie corect ecuațiile corespunzătoare:

**a)** $NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow$

**b)** $Na_2SO_4 + HCl \longrightarrow$

**c)** $NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow$

**d)** $K_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow$

**e)** $K_2SO_4 + H_2CO_3 \longrightarrow$

**f)** $AgNO_3 + HCl \longrightarrow$

**g)** $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow$

**h)** $Ag + HCl \longrightarrow$

**i)** $Al + HNO_3 \longrightarrow$

**27.** Reacționează 20 g soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5% cu 20 g soluție hidroxid de sodiu de concentrație 20%. Determină:

**a)** reactantul în exces și masa acestuia;

**b)** compoziția procentuală masică a amestecului final;

**c)** caracterul acido-bazic al soluției finale.

**28.** 345 g sodiu reacționează cu 6 moli clor. Produsul rezultat se introduce într-o soluție de acid sulfuric de concentrație 80%.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**b)** Indică substanța în exces.

**c)** Calculează masa soluției de acid folosită.

**d)** Determină concentrația procentuală a sării rezultate.

**e)** Calculează cantitatea de oxigen care poate favoriza arderea substanței în exces.

**29.** Un amestec de acid clorhidric și acid sulfuric în raport molar 1:4 reacționează cu 300 g soluție hidroxid de sodiu de concentrație 30%. Calculează masa totală a amestecului inițial de acizi.

**30.** Pentru a obține apa regală (o soluție de acid clorhidric și acid azotic în raport molar 3:1) se folosește o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5% și acid azotic 63%. Care va fi compoziția procentuală masică a apei regale?

**31.** Un amestec de cupru și magneziu în raport molar 2:3 reacționează cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 98%, rezultând 0,6 moli hidrogen. Calculează:

**a)** masa amestecului inițial de metale;

**b)** raportul molar în care se găsesc substanțele în amestecul final.

**32.** În urma reacției a 384 g cupru cu acid azotic concentrat se degajă un gaz brun-roșcat toxic. Care este acest gaz și în ce cantitate se formează?

**33.** 140 g fier cu 20% impurități reacționează cu 1168 g soluție de acid clorhidric de concentrație 25%. Determină procentul de sare din soluția finală (se consideră că impuritățile nu reacționează și sunt insolubile).

**34.** O monedă de argint cu masa de 5,82 g „se dizolvă" în acid azotic concentrat. Soluția obținută se tratează cu o soluție de clorură de sodiu, când se obține un precipitat cu masa de 7,18 g. Determină procentul de argint din monedă.

**35.** Care este concentrația procentuală a unei soluții de acid sulfuric cu o densitate de 1,8 g/mL, dacă 5mL acid sunt neutralizați de 84,6 mL sodă caustică de concentrație 2 moli/L.

**36.** Concentrația maximă de hidrogen sulfurat în aerul atmosferic este de 20 mg/kg aer (20 ppm). Determină masa de sulfură de fer care reacționează cu acidul clorhidric dintr-o cameră cu dimensiunile 2,7 m x 4,3 m x 4,3 m, astfel încât să nu fie depășită concentrația indicată de acid sulfhidric ($M_{aer}$ = 28,9 g/mol).

**37.** În acumulatorul cu plumb utilizat în bateria de la mașină se folosește o soluție de acid sulfuric de concentrație 38% și densitate de 1,29 g/mL. Calculează:

**a)** volumul soluției de acid sulfuric de concentrație 98% ($\rho$ = 1,84 g/mL) necesar obținerii a 2 L soluție pentru acumulator;

**b)** masa de apă care trebuie adăugată la soluția de acid sulfuric de concentrație 98% pentru a obține soluția necesară acumulatorului;

**c)** masa soluției de clorură de bariu 10% necesară precipitării ionilor sulfat din 200 g soluție de acid sulfuric 98%.

**38.** Un amestec format din 140 g soluție hidroxid de potasiu 15% și 120 g soluție sodă caustică 20% se neutralizează cu 490 g soluție acid fosforic. Determină:



**a)** concentrația de acid folosită;

**b)** compoziția procentuală a soluției finale.

**39.** Într-un cristalizor în care se află 44,5 mL apă distilată ($\rho$ = 1 g/mL) se introduce o bucățică de sodiu cu masa de 5,75 g. Soluția obținută (x), după ce întreaga cantitate de sodiu a reacționat, este tratată cu 245 g soluție de acid sulfuric de concentrație 10%.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.

**b)** Calculează concentrația procentuală a soluției x.

**c)** Determină masa soluției de sare care rezultă prin tratarea soluției x cu acidul sulfuric. Care este substanța în exces?

**40.** Calculează procentul masic de sulf din acidul sulfuric fumans (oleum) cu 15% trioxid de sulf.

**41.** Ce masă de apă trebuie adăugată pentru a transforma 2 kg oleum 15% într-o soluție de acid sulfuric 98%?

## 6.3. Baze (hidroxizi)

**1.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmația este adevărată, încercuiește litera **A**. Dacă apreciezi că afirmația nu este adevărată, încercuiește litera **F**. Dacă afirmația este falsă, înlocuiește unele cerințe din enunț cu altele care fac afirmația adevărată.

**a)** Formula generală a bazelor este $M_nOH$. **A/F**

**b)** Hidroxidul de sodiu este o bază solubilă, dar cel de potasiu este greu solubilă. **A/F**

**c)** Unele baze se descompun la încălzire. **A/F**

**d)** În prezența bazelor, turnesolul se colorează în roșu-carmin. **A/F**

**e)** Hidroxidul de calciu se mai numește var nestins. **A/F**

**f)** La obținerea săpunului se utilizează hidroxid de sodiu. **A/F**

**g)** Hidroxidul de sodiu reacționează cu ferul, formând hidroxid de fer (II) și sodiu. **A/F**

**2.** Completează spațiile libere din următoarele afirmații:

Bazele sunt substanțe ....., alcătuite dintr-un atom de ..... și una sau mai multe grupe ....., în funcție de ..... . Există o bază care are în locul atomului de ..... o grupă monovalentă numită ..... . Această bază se numește ..... și are formula chimică ..... . Bazele colorează turnesolul în ....., iar fenolftaleina în ..... . Bazele greu solubile se obțin prin reacția dintre o ..... și o ..... . Reacția bazelor cu acizii este un caz special de reacție de schimb, numită reacție de ..... .

**3.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos și alege din cele două variante de răspuns pe cea pe care o consideri corectă.

Bazele (hidroxizii) sunt substanțe *simple/ compuse*, alcătuite dint-un atom de *metal/ nemetal* și una sau mai multe grupe *oxidril/ hidroxil*. Bazele sunt substanțe *solide/ lichide*. KOH se mai numește *sodă caustică/ potasă caustică*. Soluțiile bazelor *conduc/ nu conduc* curentul electric. Bazele solubile reacționează cu oxizii *acizi/ bazici*, formând săruri și apă.

**4.** Asociază fiecărei formule chimice din coloana **A** denumirea tehnică corespunzătoare din coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| 1) NaOH | a) rugină |
| 2) $Al(OH)_3$ | b) potasă caustică |
| 3) $Ca(OH)_2$ | c) barită |
| 4) FeOOH | d) hidrargilit |
| 5) KOH | e) var stins |
| 6)$Ba(OH)_2$ | f) sodă caustică |

**5.** Se dau următoarele substanțe: Na, $H_2O$, NaCl, Ca, $CuSO_4$, NaOH, $FeCl_3$, CaO, $Na_2O$. Folosind aceste substanțe, scrie ecuațiile reacțiilor în urma cărora se obțin baze.

**6.** De se întărește varul pe perete? Scrie ecuația reacției chimice care are loc.

**7.** 84 g hidroxid de potasiu reacționează cu o soluție de clorură de aluminiu de concentrație 10%.

**a)** Calculează numărul de moli de bază ce rezultă.

**b)** Indică tipul de bază formată din punct de vedere a solubilității.

**c)** Determină concentrația soluției finale.

**8.** Calculează cantitatea de calciu, respectiv, de oxid de calciu, care în reacție cu apa formează fiecare câte 7,4 g hidroxid de calciu.

**9.** Se supun descompunerii termice 250 kg calcar de puritate 80%. Produsul solid rezultat reacționează cu apa. Calculează masa de substanță obținută în final.

**10.** Multe preparate antiacide conțin drept substanță activă hidroxidul de aluminiu.

**a)** Scrie ecuația reacției chimice a hidroxidului de aluminiu cu acidul clorhidric din sucul gastric.

**b)** Care este masa de acid care reacționează cu 2,5 g hidroxid de aluminiu?

**c)** Ce volum de suc gastric cu un conținut de 0,3% acid clorhidric ($\rho$ = 1 g/mL) va neutraliza masa de hidroxid de aluminiu de la punctul c)?

**11.** Se ard 24 g magneziu. Produsul obținut se tratează cu apă. Calculează numărul de moli de substanță obținută în final.

**12.** 150 g soluție sodă caustică de concentrație 40% se tratează cu o soluție de clorură ferică 20%. Determină:

**a)** masa de precipitat obținut;

**b)** masa soluției de clorură ferică utilizată.



**13.** Se supun descompunerii termice 62 g carbonat de cupru de puritate 80%. Produsul gazos rezultat se barbotează într-o soluție de apă de var, formându-se un precipitat. Calculează masa de precipitat rezultată.

**14.** Hidroxidul de litiu este utilizat în vehiculele spațiale pentru a îndepărta dioxidul de carbon expirat. Câte grame de dioxid de carbon pot fi absorbite de fiecare gram de hidroxid de litiu?

**15.** Dioxidul de sulf din atmosferă este unul din responsabilii apariției ploilor acide. Pentru a determina prezența acestuia în atmosferă, este absorbit într-o soluție bazică. Determină masa de dioxid de sulf care este absorbită de 33 g hidroxid de sodiu, știind că se obține sulfit de sodiu.

**16.** 400 g soluție sulfat de cupru de concentrație 20% se tratează cu o cantitate stoechiometric necesară de soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 10%. Calculează:

**a)** masa de bază ce se formează;

**b)** concentrația soluției finale.

**17.** 39 g potasiu reacționează cu 180 g apă. Determină concentrația soluției din final.

**18.** 200 g soluție sodă caustică se tratează cu 200 g soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%. Determină:

**a)** concentrația soluției de sodă utilizată;

**b)** masa de apă din soluția finală;

**c)** masa de sare rezultată.

**d)** concentrația soluției finale;

**19.** 200 g soluție de acid clorhidric de concentrație 10% reacționează cu 200 g soluție de sodă caustică de concentrație 10%. Determină:

**a)** substanța în exces și în ce cantitate;

**b)** compoziția procentuală a soluției finale.

**20.** Prin descompunerea termică a hidroxidului de cupru de puritate 80% rezultă 16 g produs solid care se tratează cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 49% în cantitatea stoechiometric necesară.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare.

**b)** Indică modificările de culoare ce apar în cursul transformărilor chimice.

**c)** Calculează masa de hidroxid de cupru descompusă.

**d)** Determină masa soluției de acid folosită.

**e)** Calculează masa de apă din final.

**21.** Prin electroliza soluției de clorură de sodiu se formează un amestec echimolecular de gaze cu o masă totală de 73 g. Calculează:

**a)** masa de sare utilizată;

**b)** numărul de moli de bază formată.

**22.** Se supun electrolizei 117 g clorură de sodiu de concentrație 20%. Baza rezultată se tratează cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 49% și densitate de 1,4 g/mL. Calculează:

**a)** numărul de moli de bază ce rezultă;

**b)** concentrația procentuală a bazei formate în urma electrolizei;

c) volumul soluției de acid sulfuric folosit;
d) concentrația soluției finale.

**23.** 2,3 g sodiu se introduc în 100 g soluție hidroxid de sodiu de concentrație 4%. Calculează:

a) concentrația procentuală a soluției finale;
b) volumul soluției de acid sulfuric de concentrație 2 moli/L necesar neutralizării soluției de mai sus.

**24.** Se dă următoarea schemă-program:

$$Na + O_2 \longrightarrow A$$
$$A + Na \longrightarrow a$$
$$a + H_2O \longrightarrow b$$
$$b + HCl \longrightarrow d + H_2O$$
$$d + AgNO_3 \longrightarrow e\downarrow + NaNO_3$$
$$b + CuSO_4 \longrightarrow f\downarrow + g$$
pp. albastru
$$b + FeCl_3 \longrightarrow h\downarrow + d$$
pp. roșu-brun
$$d + FeCl_2 \longrightarrow i\downarrow + d$$
pp. verde

A este o substanță compusă ce prezintă raportul atomic Na : O = 1 : 1

a) Determină substanțele notate cu litere și scrie ecuațiile reacțiilor chimice reprezentate în schema de mai sus.
b) Identifică și denumește bazele întâlnite în această schemă.
c) Clasifică bazele de la punctul anterior după criteriul solubilității.

**25.** Se dă următoarea schemă-program:

$$1)\ NaCl + H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} a + b\uparrow + d\uparrow$$
$$2)\ Na + e \longrightarrow a + b\uparrow$$
$$3)\ a + HCl \longrightarrow NaCl + e$$
$$4)\ NaCl + AgNO_3 \longrightarrow f\downarrow + g$$
$$5)\ a + H_2SO_4 \longrightarrow h + e$$
$$6)\ h + BaCl_2 \longrightarrow i\downarrow + NaCl$$
$$7)\ a + CuSO_4 \longrightarrow j\downarrow + h$$
$$8)\ a + FeCl_2 \longrightarrow k\downarrow + NaCl$$
$$9)\ a + FeCl_3 \longrightarrow l\downarrow + NaCl$$
$$10)\ CaCO_3 \xrightarrow{t^oC} m + n\uparrow$$
$$11)\ m + e \longrightarrow o$$
$$12)\ o + n \longrightarrow p\downarrow + e$$

a) Identifică substanțele notate cu litere și scrie ecuațiile reacțiilor chimice reprezentate în schema de mai sus.



b) Identifică și denumește bazele întâlnite în această schemă.
c) Clasifică bazele de la punctul anterior după criteriul solubilității.
d) Obține pe cale experimentală bazele întâlnite în schemă.
e) Specifică importanța practică a reacțiilor reprezentate mai sus.
f) Specifică tipul de legătură întâlnit în substanțele *b*, *d*, *e*, *m*.
g) Știind că se supun electrolizei 260 kg clorură de sodiu de puritate 90% și că se folosesc 2,3 kg sodiu, determină masa soluției de acid clorhidric de concentrație 36,5% necesară neutralizării substanței *a* și volumul total de gaze rezultat în urma procesului de electroliză.

**26.** 15,2 g amestec hidroxid de sodiu și hidroxid de potasiu ce se află în raport molar de 1:2 se neutralizează cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 49%.

a) Determină compoziția în procente masice a amestecului de hidroxizi.
b) Calculează masa soluției de acid necesară.
c) Calculează compoziția procentuală a soluției rezultate.

**27)** Calculează numărul de moli de clorură de bariu care se obține în urma reacției dintre 1,5 moli de clorură de bariu și 1,5 moli hidroxid de bariu. Dacă se obțin 1,25 moli clorură de bariu, care este randamentul reacției?

**28.** Într-o uzină, prin electroliza soluției de clorură de sodiu se obțin 1400 t clor. Considerând că au loc pierderi în procent de 20%, calculează cantitățile de hidroxid de sodiu și hidrogen ce se obțin zilnic.

**29.** Reacționează *a* grame soluție de acid sulfuric cu o concentrație de x% cu bg soluție de hidroxid de potasiu de concentrație y%. Determină condiția necesară pentru ca reacția să fie totală.

## 6.4. Săruri

**1.** Citește cu atenție afirmațiile de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmația este adevărată, încercuiește litera **A**. Dacă apreciezi că afirmația nu este adevărată, încercuiește litera **F**. Dacă afirmația este falsă, înlocuiește unele cerințe din enunț cu altele care fac afirmația adevărată.

a) Piatra de var se mai numește sulfat de cupru. **A/F**
b) Pentru identificarea acidului clorhidric și a ionului clorură se folosește sarea numită piatra-iadului. **A/F**
c) Prin încălzire, carbonații neutri se transformă în carbonați acizi. **A/F**
d) Prin reacția acidului azotic cu sulfatul de cupru se formează azotat de curu și acid sulfuric. **A/F**
e) Prin reacția dintre 1 mol sodă caustică și 1 mol vitriol rezultă 1 mol apă și 1 mol sare. **A/F**
f) Sărurile se pot obține prin reacția oxizilor nemetalelor cu acizii. **A/F**

**2.** Completează spațiile libere din următoarele afirmații:

După compoziție, sărurile se clasifică în două categorii: săruri ..... (două exemple: ....., .....) și săruri ..... (două exemple: ....., .....). Din punct de vedere a solubilității în apă, sunt săruri ..... (două exemple: ....., .....) și săruri ..... (două exemple: ....., .....). Sărurile se pot obține prin reacția dintre un acid și o bază, reacție numită ..... .
Sărurile se pot folosi pentru identificarea unor substanțe: acidul clorhidric și clorurile se identifică cu ....., iar acidul sulfuric și sulfații cu ..... . Apa cu un conținut ridicat de săruri se numește apă ..... .

**3.** Realizează corespondența între formulele chimice ale unor săruri reprezentate în coloana **A** și denumirile tehnice ale acestora, indicate în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| 1) $NH_4Cl$ | a) praf de copt. |
| 2) NaCl | b) sare de bucătărie |
| 3) $Na_2CO_3$ | c) calcar |
| 4) $CaCO_3$ | d) piatra-iadului |
| 5) $AgNO_3$ | e) baritină |
| 6) $BaSO_4$ | f) pirită |
| 7) $CuSO_4 \cdot H_2O$ | g) sare Bertholet |
| 8) $FeS_2$ | h) piatră-vânătă |
| 9) $KClO_3$ | i) țipirig |
| 10) $(NH_4)_2CO_3$ | j) sodă de rufe |

**4.** Determină procentul de cupru din azurit ($2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$), malachit ($CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$) și azotat bazic de cupru ($Cu(NO_3)_2 \cdot 3Cu(OH)_2$).

**5.** Scrie formulele corespunzătoare denumirii următoarelor săruri:

**a)** sulfură acidă de potasiu; **b)** carbonat de cupru;
**c)** fluorură de calciu; **d)** fosfat diacid de sodiu;
**e)** fosfat monoacid de cesiu; **f)** sulfat de aluminiu;
**g)** clorură de fer (III); **h)** clorat de aluminiu;
**i)** azotit de magneziu; **j)** clorit de litiu;
**h)** sulfură diacidă de nichel; **i)** fluorură de bariu.

**6.** Scrie denumirile sărurilor reprezentate prin următoarele formule chimice și clasifică-le după criteriul compoziției:

**a)** $KClO_3$; **b)** $NaHCO_3$; **c)** $CaSO_3$; **d)** $Fe_2(SO_4)_3$;
**e)** $Na_2HPO_4$; **f)** $NaH_2PO_4$; **g)** $Na_3PO_4$; **h)** $AgNO_3$;
**i)** NaClO; **j)** $Li_2CO_3$; **k)** $NiSO_4$; **l)** $NH_4NO_2$;
**m)** $Mg(HS)_2$.

**7.** Se dau următoarele substanțe: Fe, Cu, $FeSO_4$, $CuSO_4$, HCl, $H_2SO_4$, $AgNO_3$, $BaCl_2$, $Na_2CO_3$. Alege perechi de substanțe care prin reacție pot să ducă la săruri. Scrie ecuațiile chimice corespunzătoare și clasifică sărurile obținute după criteriul solubilității.

**8.** Determină masa a $35,6 \cdot 10^{22}$ perechi de ioni $Na^+Cl^-$.



**9.** Calculează numărul de atomi de clor din:

**a)** 13,75 g triclorură de fosfor;
**b)** 41,7 g pentaclorură de fosfor.

**10.** Calculează formula brută pentru următoarele cazuri:

**a)** 32,12% K și restul brom;
**b)** 29,08% Na; 40,56% S; 30,36% O;
**c)** 76,85% Cs; 9,27% S; 13,88% O;
**d)** 40% Ca; 12% C; 48% O;
**e)** 63,53% Ag; 8,23% N; 28,24% O.

**11.** Într-un pahar se află 20 g saramură de concentrație 40%. Calculează numărul de molecule existent în soluția din pahar.

**12.** Determină procentul de azot din următoarele substanțe folosite ca îngrășăminte chimice: azotat de amoniu, amoniac, sulfat de amoniu.

**13.** Determină masa de țipirig rezultată prin reacția a $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule de acid clorhidric gazos cu $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule amoniac.

**14.** Calculează cantitatea de țipirig ce se obține prin reacția a 8,5 g acid clorhidric cu 8,5 g amoniac.

**15.** Prin descompunerea termică a conținutului unui pliculeț de praf de copt se obțin 0,25 moli gaze. Determină masa de praf de copt descompusă, știind că în aceste condiții apa se găsește în stare de vapori.

**16.** Presupunând că apa cu un conținut de bicarbonat de calciu depune 1 mg calcar pe minut, în cât timp s-ar obține o stalactită cu masa de 100 tone?

**17.** O probă de 1,325 g carbonat de sodiu a fost dizolvată și supusă reacției cu o soluție de clorură de calciu. Precipitatul obținut, după filtrare, spălare și uscare, cântărește 1 g. Presupunând că impuritățile sunt solubile în apă și nu reacționează cu soluția de clorură de calciu, calculează puritatea probei de carbonat.

**18.** Atunci când o gospodină pregătește aluatul pentru prăjituri, adaugă și bicarbonat de sodiu pe care în prealabil l-a stins fie cu suc de lămâie, ce conține o substanță numită acid citric, fie cu oțet, o soluție de acid acetic. Reacția are loc cu efervescență datorită dioxidului de carbon ce se degajă, conform ecuațiilor chimice de mai jos:

$$3NaHCO_3 + \underset{\text{acid citric}}{C_6H_8O_7} \longrightarrow 3CO_2\uparrow + 3H_2O + Na_3C_6H_5O_7$$

$$NaHCO_3 + \underset{\text{acid acetic}}{C_2H_4O_2} \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O + C_2H_3O_2Na$$

Calculează masa de acid citric, respectiv, de acid acetic ce se utilizează pentru fiecare gram de bicarbonat de sodiu.

**19.** Pentru a îndepărta duritatea temporară a apei, aceasta se fierbe, iar bicarbonatul de calciu, respectiv, de magneziu, se descompun în carbonații neutri corespunzători, greu solubili în apă. Calculează:

**a)** masa totală de carbonați care se obține din 162 g bicarbonat de calciu, respectiv, 146 g carbonat acid de magneziu;
**b)** numărul total de molecule de gaz ce rezultă în condițiile de la punctul anterior.

**20.** Se tratează hidroxidul de potasiu cu acidul sulfuric. Calculează:

**a)** numărul de moli de sare obținută din 20 moli acid sulfuric;

**b)** numărul de moli de sare ce se poate obține din 20 moli acid sulfuric și 50 moli hidroxid de potasiu;

**c)** numărul de moli de sare rezultată din 20 moli acid sulfuric și 20 moli bază;

**d)** compoziția procentuală a soluției obținute la punctul anterior, dacă s-au utilizat soluție de acid sulfuric de concentrație 40%, respectiv, soluție de hidroxid de potasiu de concentrație 40%.

**21.** Percloratul de potasiu ($KClO_4$) este o substanță folosită la fabricarea explozibililor și se obține conform următoarelor ecuații:

$$Cl_2 + 2KOH \longrightarrow KCl + KClO + H_2O$$

$$3KClO \longrightarrow 2KCl + KClO_3$$

$$4KClO_3 \longrightarrow 3KClO_4 + KCl$$

Ce cantitate de clor este necesară pentru a obține 1385 g perclorat?

**22.** Se dă următoarea schemă-program:

$$CuCO_3 \xrightarrow{t^oC} a + b\uparrow$$

$$a + HCl \longrightarrow d + e$$

$$d + AgNO_3 \longrightarrow f\downarrow + g$$

$$Na + e \longrightarrow h + i\uparrow$$

$$d + h \longrightarrow j\downarrow + m$$

$$h + H_2SO_4 \longrightarrow n + e$$

$$n + BaCl_2 \longrightarrow o\downarrow + m$$

$$m + H_2SO_4 \longrightarrow n + p\uparrow$$

$$b + e \rightleftarrows r$$

$$b + Ca(OH)_2 \longrightarrow s\downarrow + e$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere.

**b)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice reprezentate în schema de mai sus.

**c)** Identifică sărurile din schemă și denumește-le.

**d)** Calculează cantitatea de substanță *a* ce se poate obține prin descompunerea termică a 1550 kg carbonat de cupru de puritate 80%.

**e)** Determină masa soluției de acid clorhidric de concentrație 36,5% necesară reacției cu substanța *a*.

**23.** Se supun electrolizei 36 g apă acidulată. Unul dintre produsele gazoase se tratează cu clor, când rezultă un hidracid care se recunoaște cu ajutorul unei soluții de azotat de argint de concentrație 25%. Calculează:

**a)** masa soluției de azotat de argint folosită;

**b)** masa de sare rezultată în final.

**24.** Se supun descompunerii termice 62 g carbonat de cupru. Produsul solid se tratează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5% în cantitatea stoechiometric necesară, iar apoi, în soluția obținută se introduce o soluție de hidroxid de sodiu 40%.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare transformărilor din problemă.

**b)** Indică modificările de culoare care apar în reacțiile chimice.

**c)** Calculează masa soluției de acid, respectiv, de bază utilizate.

**d)** Determină masa totală de apă din final.

**25.** Calculează concentrația procentuală a soluției obținută prin dizolvarea a 161 g sare Glauber ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$), folosită ca purgativ, în 194 g apă.

**26.** Un amestec de doi acizi, acid sulfuric 49% și acid clorhiric 36,5%, se tratează mai întâi cu 260 g soluție de clorură de bariu de concentrație 20%, iar după filtrarea precipitatului format se adaugă 1020 g soluție azotat de argint de concentrație 10%. Determină:

**a)** concentrația procentuală masică și molară a amestecului inițial de acizi;

**b)** masa totală de precipitat ce se formează în condițiile date de problemă;

**c)** compoziția procentuală masică a soluției finale.

**27.** 240 g amestec de două săruri, azotat de argint și azotat de bariu, se tratează cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 20% și densitate 1,1 g/mL într-o cantitate stoechiometric necesară, rezultând 114,8-g precipitat alb-brânzos. Calculează:

**a)** compoziția amestecului inițial de săruri;

**b)** volumul soluției de acid utilizat.

**28.** Se tratează 4 g sulfat de cupru anhidru cu o soluție de hidroxid de sodiu. Precipitatul format se spală și se usucă, după care se calcinează.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**b)** Calculează cantitatea de oxid obținută în final (în grame și moli).

**c)** Determină volumul soluției de hidroxid de sodiu 3M (3 moli NaOH/litru soluție) necesar.

**29.** Se descompun termic 124 kg carbonat de cupru. Produsul solid rezultat se tratează cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 20%, iar apoi în soluția obținută se adaugă o cantitate stoechiometric necesară de soluție de hidroxid de potasiu de concentrație 25%. Celălalt produs al descompunerii este barbotat într-o soluție de apă de var de concentrație 10%. Determină:

**a)** masa soluției de acid sulfuric folosită;

**b)** masa soluției de hidroxid de potasiu necesară;

**c)** masa de apă de var necesară;

**d)** masa fiecărui precipitat format; indică culoarea acestuia;

**e)** masa totală de apă ce se regăsește în final.

**30.** Calculează numărul de moli de iodură de plumb (II) care se formează când se tratează 4 moli azotat de plumb (II) cu 8 moli iodură de potasiu. Ce substanță este în exces și câți moli de azotat de potasiu se formează?

**31.** Mase egale de magneziu și iod reacționează până la consumarea integrală a unuia dintre reactanți. Care este reactantul în exces și ce procent din masa inițială a acestuia a rămas nereacționat?

**32.** Se supun electrolizei cu catod de mercur 585 g soluție clorură de sodiu de concentrație 10%. Baza rezultată este tratată cu 300 g soluție de acid clorhidric de concentrație 36,5%, apoi se adaugă 1700 g soluție de azotat de argint 40%. Calculează compoziția procentuală a soluției finale.

**33.** Un compus oxigenat al bromului, $KBrO_x$, a fost analizat și s a constatat că acesta conține 52,98% brom. Determină formula și denumirea acestui compus.

**34.** Un amestec de clorură de sodiu și clorură de potasiu ce cântărește 25 g a fost tratat în exces cu o soluție de azotat de argint de concentrație 25%. Precipitatul format cântărește 57,4 g. Care este procentul de sare de bucătărie din amestec?

**35.** O probă ce conține 11,4 g dintr-o clorură a unui metal ce are numărul de masă A egal cu 48 se dizolvă în apă, iar în soluția obținută se adaugă o soluție de azotat de argint, rezultând 34,44 g precipitat alb-brânzos. Calculează raportul dintre numărul de atomi de metal și numărul de atomi de clor din cele 11,4 g probă.

**36.** Ai la dispoziție patru eprubete în care se află probe de soluții de: sulfat de sodiu, clorură de bariu, hidroxid de sodiu și sulfat de cupru. Determină cu ajutorul indicatorilor și al soluției de acid sulfuric conținutul fiecărei eprubete.

**37.** Propune o metodă de separare a ionului carbonat de ionul sulfat.

**38.** Într-o soluție de azotat de argint se introduce o plăcuță de aluminiu cu masa de 13,5 g. După terminarea procesului, plăcuța cântărește 15 g. Calculează:

**a)** masa de argint depusă;

**b)** masa de aluminiu trecută în soluție;

**c)** concentrația procentuală a soluției finale, știind că s-a folosit o soluție de azotat de argint de concentrație 20% în cantitate stoechiometric necesară.

**39.** 1 kg soluție clorură de sodiu de concentrație 29,25% se supune electrolizei astfel încât concentrația soluției scade la 10%. Calculează:

**a)** masa de clorură transformată în procesul de electroliză;

**b)** volumul de gaze care se degajă;

**c)** compoziția procentuală a soluției finale.

**40.** Se dizolvă în apă 3,885 g amestec de bromură de potasiu, clorură de sodiu, clorură de bariu. Soluția obținută se tratează cu o soluție de azotat de argint în exces, iar precipitatul format se separă și se cântărește, găsindu-se că are masa 6,185 g. Soluția rămasă după separarea precipitatului este tratată cu o soluție de acid sulfuric în exces, obținându-se un precipitat cu masa 2,33 g. Calculează compoziția procentuală masică a amestecului de halogenuri.



## 6.5. Probleme recapitulative

**1.** Se dau elementele $^{24}_{12}E$, $^{1}_{1}E$, $^{16}_{8}E$, $^{27}_{13}E$, $^{35}_{17}E$ și $^{56}_{26}E$.

**a)** Identifică elementele și structura atomică a acestora.

**b)** Scrie configurația electronică.

**c)** Indică poziția în sistemul periodic a elementelor (cu justificare) și valența lor.

**d)** Reprezintă formulele chimice ale combinațiilor ce se pot forma între aceste elemente.

**2.** Aranjați următoarele elemente în ordinea crescătoare a caracterului electronegativ:

**a)** Al, Si, Na, Mg, Cl, S, P;

**b)** I, Cl, F, At, Br.

**3.** Care este cel mai electronegativ element din sistemul periodic?

**4.** Denumește și clasifică următoarele substanțe: Fe, Zn, $Cl_2$, KOH, $Fe(HS)_2$, $MnO_2$, $HClO_4$, $H_2CO_3$, $S_8$, $P_4$, $(NH_4)_2SO_3$.

**5.** Scrie denumirile tehnice ale următoarelor substanțe sau soluții de substanțe:

**a)** acid clorhidric; **b)** acid sulfuric;

**c)** hidroxid de sodiu; **d)** decahidratul sulfatului de sodiu;

**e)** pentahidratul sulfatului de cupru; **f)** cupru;

**g)** sulf; **h)** azotat de argint;

**i)** soluție limpede și incoloră de hidroxid de calciu;

**j)** acid azotic; **k)** oxid de calciu;

**l)** clorură de amoniu; **m)** dihidratul sulfatului de calciu.

**6.** Se consideră următoarele substanțe: NaCl, $H_2O$, $CuSO_4$, K, KOH, $AlCl_3$, $FeCl_3$, $NH_3$. Alege perechi de substanțe astfel încât să se obțină baze. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare acestor transformări.

**7.** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice ale clorului cu următoarele substanțe: cupru, oxigen, aluminiu, fer, zinc, apă, hidroxid de sodiu.

**8.** Propune două metode de obținere a acidului clorhidric pornind de la materii prime ce se găsesc în natură.

**9.** Completează ecuațiile reacțiilor posibile:

**a)** $Cu + H_2SO_{4diluat} \longrightarrow$ **b)** $Ag + H_2SO_{4concentrat} \longrightarrow$

**c)** $Al + HNO_{3concentrat} \longrightarrow$ **d)** $NaCl + H_2CO_3 \longrightarrow$

**e)** $Cu + HCl \longrightarrow$ **f)** $Cu + HCl + O_2 \longrightarrow$

**g)** $AgNO_3 + HCl \longrightarrow$ **h)** $BaCl_2 + HNO_3 \longrightarrow$

**10.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$a + H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} b + d\uparrow + e\uparrow$$

$$H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} d\uparrow + f\uparrow$$

$$d + e \longrightarrow g$$
$$g + h \longrightarrow i\downarrow + j$$
$$g + k \longrightarrow l$$
$$f + m \longrightarrow n$$
$$n + f \longrightarrow o$$
$$o + H_2O \longrightarrow p$$
$$p + r \longrightarrow s\downarrow + g$$

Scrie ecuațiile reacțiilor chimice din schemă, știind că substanțele notate cu litere sunt:

a – sare gemă; b – sodă caustică;
e – gaz de culoare galben-verzui; h – piatra-iadului;
i – precipitat alb-brânzos; j – apă tare;
l – țipirig; m – pucioasă.

**11.** Pentru a prepara 2 kg soluție de acid clorhiric de concentrație 3,65% se folosesc o soluție de acid clorhidric 36,5% și apă. Calculează:

**a)** masele de apă și de soluție de acid clorhidric 36,5%;

**b)** cantitatea de carbonat de calciu de puritate 80% care reacționează cu soluția de acid clorhidric.

**12.** La neutralizarea a 400 g soluție acid azotic se consumă 34 g amoniac. Determină concentrația procentuală a acidului azotic.

**13.** Se consideră următoarea schemă-program:

$$a \xrightarrow{MnO_2} b + d\uparrow$$
$$e + b \longrightarrow f + g\uparrow$$
$$g + d \longrightarrow b$$
$$h + d \longrightarrow i$$
$$h + f + b \longrightarrow j + g\uparrow$$
$$h + k \longrightarrow l + g\uparrow$$
$$l + f \longrightarrow m\downarrow + n$$

Despre unele substanțe notate cu litere se știu următoarele informații:

a – se folosește ca dezinfectant și are proprietăți decolorante;
d – gaz indispensabil vieții;
f – sodă caustică;
h – metal ușor, folosit în aluminotermie;
j – combinație complexă;
k – spirt de sare.

**a)** Identifică substanțele notate cu litere și scrie ecuațiile reacțiilor chimice implicate în schemă.

**b)** Indică natura legăturii din substanțele b, d, e, f, g, k.

**c)** Calculează masa de substanță f formată, știind că se descompun 17 g soluție substanță a de concentrație 2% și că numai 10% din cantitatea de substanță b participă la a doua reacție.



**d)** Determină concentrația de substanță f din soluția rezultată la punctul anterior.

**14.** Ai la dispoziție sticluțe de reactivi în care se află soluții de acid sulfuric, acid clorhidric, sulfat de cupru, hidroxid de potasiu, clorură de sodiu, sulfat de potasiu. Identifică conținutul acestora, utilizând indicatori și reactivi specifici.

**15.** Care metal este cel mai reactiv în reacția cu acidul azotic concentrat: aluminiul, ferul, magneziul, zincul sau cuprul? Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare.

**16.** Pe sticle de ceas se află următoarele substanțe sub formă solidă: aluminiu, piatră-vânătă, azotat de argint, clorură de bariu, carbonat de amoniu, hidroxid de sodiu, sare de bucătărie, pilitură de fier, panglică de magneziu. Având la dispoziție indicatori, acid clorhidric, acid sulfuric și spirtieră, determină fiecare probă în parte. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare.

**17.** Ce este apa regală? De ce acest amestec poartă această denumire? Calculează compoziția procentuală masică și molară a apei regale.

**18.** Propune o serie de transformări în urma cărora să rezulte sulfat de calciu pornind de la calciu.

**19.** Cum se poate obține clorură cuprică pornind de la cupru?

**20.** Soda calcinată ($Na_2CO_3$) se obține în prezent prin procedeul amoniacal (procedeul Solvay), după următoarea schemă-program:

$$A \xrightarrow{t^\circ C} a + b\uparrow$$
$$a + H_2O \longrightarrow d$$
$$d + e \longrightarrow f + g\uparrow + H_2O$$
$$g + b + H_2O \longrightarrow h$$
$$h + i \longrightarrow j + e$$
$$j \xrightarrow{t^\circ C} Na_2CO_3 + b\uparrow + H_2O$$

Știind că substanța A conține 40% Ca, 12% C, 48% O, procente masice, iar substanța e se numește țipirig, scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare. Calculează masa de sodă calcinată ce se obține din 250 g A de puritate 80%, considerând că procesul se desfășoară cu pierderi de 30%.

**21.** Determină masa de clorură de potasiu, respectiv, de clorură de magneziu dintr-un kilogram carnalit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$).

**22.** Un amestec de carbonat de cupru și hidroxid de cupru se supune descompunerii termice, rezultând 24 g produs solid și un gaz care se barbotează într-o soluție limpede de apă de var când se obțin 10 g precipitat. Determină masa amestecului inițial și compoziția sa procentuală masică și molară.

**23.** Cainitul ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$) se tratează cu o soluție de azotat de argint de concentrație 20%, când se obține un precipitat care după filtrare, spălare și uscare cântărește 28,7 g. Calculează masa de cainit folosită.

**24.** Se supun descompunerii termice 92 g dolomit (carbonat dublu de calciu și magneziu). Calculează procentul cu care a scăzut masa amestecului inițial.

**25.** O cantitate de 5 kg calcar cu un conținut de 80% carbonat de calciu se tratează cu o soluție de acid clorhidric 10%. Gazul rezultat este barbotat într-o soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 20%, obținându-se carbonat de sodiu.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice implicate.

**b)** Calculează numărul de moli de gaz rezultat din reacție.

**c)** Determină masa soluției de hidroxid de sodiu folosită.

**26.** 80 g sulfat de cupru reacționează cu o soluție de hidroxid de sodiu, iar precipitatul obținut este apoi calcinat, după separare, spălare și uscare.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**b)** Determină cantitatea de produs solid rezultat în urma calcinării (în grame și moli).

**c)** Produsul solid rezultat la descompunere se reduce cu carbon. Află cantitatea de metal ce se obține.

**d)** Calculează masa soluției de hidroxid de sodiu 10% folosită.

**27.** Se consideră substanțele: $FeS_2$, $O_2$, $CO_2$, $NH_3$, $H_2O$, NaCl. Cum se pot obține doi compuși cu importanță industrială, utilizând substanțele de mai sus ca materii prime?

**28.** Calculează procentul de apă din sarea amară, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, folosită ca purgativ. Determină concentrația soluției ce se obține prin dizolvarea unui mol de sare amară în 354 g apă.

**29.** Obține în laborator 100 g soluție piatră-vânătă de concentrație 10%. Adaugă, apoi, 20 mL hidroxid de potasiu de concentrație 20% și densitate 1,176 g/mL. Calculează:

**a)** masa de apă necesară obținerii soluției de piatră-vânătă;

**b)** compoziția procentuală a soluției finale.

**30.** În șase eprubete numerotate de la 1 la 6 se află soluțiile apoase ale următoarelor substanțe: $FeCl_3$, $BaCl_2$, $H_2SO_4$, KOH, $Na_2CO_3$, $AgNO_3$. Determină conținutul fiecărei eprubete, folosind numai turnesol și reacții între probe. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice de recunoaștere.

**31.** Un amestec format din clorură de potasiu și clorat de potasiu cu masa de 197 g se încălzește până ce nu se mai degajă niciun gaz. Știind că se obțin 1,5 moli gaz, calculează cantitatea de argint ce trebuie să reacționeze cu acidul azotic pentru ca sarea rezultată să precipite tot reziduul de mai sus dizolvat în apă.

**32.** Silvinita este un mineral ce conține clorură de sodiu și clorură de potasiu. În scopul determinării acestui mineral, se tratează 5 g probă cu o soluție ce conține dizolvate 15 g azotat de argint. Precipitatul format, spălat și uscat cântărește 10,156 g. În lichidul filtrat se introduce o plăcuță de cupru, pentru a recupera argintul din soluție.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.

**b)** Calculează raportul molar al clorurilor în silvinită.

**c)** Determină pierderea de masă a plăcuței de cupru.

**d)** Ilustrează prin ecuații chimice, dacă este cazul, comportarea la încălzire a tuturor sărurilor implicate în problemă.



**33.** Câtă soluție de acid sulfuric 40% trebuie amestecată cu 200 g trioxid de sulf pentru a obține o soluție de acid sulfuric 75%?

**34.** Un amestec format din sulf, cărbune, pilitură de fer și pilitură de magneziu se supune următoarelor operații:

- se adaugă sulfură de carbon și apoi se filtrează
- reziduul se tratează cu o soluție de acid clorhidric și se filtrează din nou.

**a)** Ce fenomene au avut loc în fiecare caz?

**b)** Care este substanța care rămâne în final pe hârtia de filtru?

**c)** Scrie ecuațiile reacțiilor corespunzătoare transformărilor chimice.

**35.** Un amestec de hidroxid de sodiu și hidroxid de potasiu conține 9,2% sodiu. Determină raportul molar de hidroxizi din amestec.

**36.** Prin acțiunea la rece a acidului sulfuric asupra unui exces de clorură de sodiu anhidră se eliberează 56 L produs gazos, în condiții normale. După încetarea reacției, se încălzește amestecul de substanțe solide rămase din reacția anterioară, se degajă un produs gazos, care trecut prin 15 L soluție de azotat de argint ce conține 0,5 moli azotat de argint/litru soluție, conduce la apariția unui precipitat alb-brânzos.

**a)** Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

**b)** Calculează masa de clorură de sodiu folosită în cele două etape.

**37.** Prin reacția a 25,6 g metal divalent cu clorul rezultă 54 g clorură. Determină metalul și poziția lui în sistemul periodic.

**38.** O plăcuță de fer cu masa inițială de 25 g reacționează cu 50 g soluție de sulfat de cupru 32%, până la consumul integral al soluției. Determină masa finală a plăcuței.

**39.** Prin procedeul de contact se obțin 4 t acid sulfuric de concentrație 98% la un randament global de 90%. Calculează cantitatea de pirită de puritate 80% necesară obținerii acidului sulfuric.

**40.** Soluția obținută prin diluarea cu apă a 10 g oleum cu 20% trioxid de sulf până la 50% reacționează la cald cu 0,6398 g substanță simplă X, la un raport molar acid sulfuric: X de 2 : 1. Calculează volumul de apă adăugat și masa atomică a elementului X.

## 6.6. Probleme propuse recapitulative

**1.** Scrie formulele chimice ale substanțelor compuse ale căror denumiri tehnice sunt:

**a)** sare amară;

**b)** var stins;

**c)** vitriol;

**d)** piatră de var.

**2.** Calculează compoziția procentuală a sticlei comune ($Na_2O \cdot CaO \cdot 6\ SiO_2$).

**3.** Asociază formulele chimice ale substanțelor din coloana **A** cu aplicațiile lor practice enunțate în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| NaOH | dezinfectant |
| $SiO_2$ | obținerea săpunului |
| $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ | construcții |
| $AgNO_3$ | identificarea dioxidului de carbon |
| $NH_4NO_3$ | acumulatorul de la mașină |
| CaO | îngrășăminte chimice |
| $Ca(OH)_2$ | identificarea ionului clorură |
| $H_2O_2$ | zeama bordeleză |
| $H_2SO_4$ | |

**4.** Cum se poate identifica gazul rezultat în urma respirației?

**5.** Se dă următoarea schemă-program:

$a + b \rightarrow d$

$d + Zn \rightarrow e + a\uparrow$

$d + f \rightarrow g + h\uparrow + i$

$g + AgNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + j\downarrow$

$j \xrightarrow{\text{lumină}} k + b\uparrow$

$i + h \rightleftarrows H_2CO_3$

Scrie ecuațiile reacțiilor chimice și clasifică substanțele compuse din schema-program.

**6.** Calculează cantitatea de țipirig ce se poate obține din azotul existent în 100 $m^3$ aer (20% oxigen; 1 mol gaz = 22,4 L la 0°C și 1 atm).

**7.** Halogenurile de argint se descompun în elemente sub acțiunea luminii. Pe această proprietate se bazează fotografia. 10 g soluție de bromură de potasiu 10% reacționează cu o soluție de azotat de argint. Calculează numărul de moli de argint ce se pot obține din precipitatul format.

**8.** 10,6 g amestec de clorură de magneziu și clorură de sodiu în raport molar 1:2 reacționează cu o soluție de azotat de argint 10%. Calculează masa de precipitat obținută și masa soluției de azotat de argint utilizată.

**9.** Acidul fluorhidric nu poate fi păstrat în vase de sticlă deoarece reacționează cu aceasta conform ecuației reacției chimice următoare:

$$SiO_2 + 4\ HF \rightarrow SiF_4 + 2\ H_2O$$

Determină numărul de molecule de acid fluorhidric care pot reacționa cu 100 g sticlă cu un conținut de 75,3% $SiO_2$.

**10.** Calculează puritatea unei probe de 0,8 tone pirită, dacă se obțin 2,45 tone soluție acid sulfuric 40%.

**11.** 250 g piatră-vânătă de concentrație 40% este tratată cu o soluție de hidroxid de sodiu format prin amestecarea a 200 g soluție hidroxid de sodiu 10% cu 200 g soluție hidroxid de sodiu 20%. Determină:

**a)** substanța în exces și în ce cantitate;

**b)** masa de precipitat format;



**c)** compoziția procentuală masică a soluției finale.

**12.** 248 g amestec de hidroxid de potasiu și hidroxid de sodiu reacționează cu 500 g soluție de acid clorhidric 36,5%. Calculează raportul molar în care se află cei doi hidroxizi în amestec.

**13.** Un carbonat al unui metal divalent conține 77,53% metal. După descompunerea termică a 40,05 g carbonat, produsul solid format reacționează cu o cantitate stoechiometric necesară de hidrogen sulfurat. Determină metalul și masa de sulfură formată.

**14.** Calculează raportul molar dintre oxidul de crom și cel de cupru dintr-un amestec dacă în urma procesului de aluminotermie rezultă metalele respective în raportul masic Cr : Cu = 13 : 8.

**15.** Încălzind 1 L apă dură ce conține carbonați acizi de magneziu și calciu în raport molar 2 : 1 se obțin 0,1344 L gaz. Determină masa de carbonați din probă.

**16.** Scrie formulele chimice și clasifică substanțele cu următoarele denumiri tehnice:

**a)** pucioasă;

**b)** potasă caustică;

**c)** aramă;

**d)** cositor;

**e)** vitriol;

**f)** var stins;

**g)** țipirig.

**17.** Modelează formulele chimice ale compușilor ce conțin atomi de fer și oxigen. Calculează compoziția procentuală a compușilor identificați.

**18.** Se dau elementele: *A* situat în grupa a II-a perioada a 3-a, *B* care formează ioni monovalenți pozitivi izoelectronici cu neonul, *D* căruia îi lipsesc doi electroni de pe stratul al doilea pentru a avea configurație stabilă de octet și *E*, cel mai electronegativ element din Sistemul Periodic. Scrie formulele chimice ale compușilor care se pot obține din aceste elemente.

**19.** Având la dispoziție următoarele materii prime: aer, apă, saramură, pirită, propune reacții în urma cărora să rezulte următoarele substanțe: $FeCl_2$, $FeCl_3$, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$.

**20.** Explică diferența dintre următorii termeni:

**a)** aramă – alamă;

**b)** apă dură – apă tare;

**c)** apă grea – apă regală.

**21.** Indică în care dintre următoarele substanțe particulele sunt izoelectronice: KCl, NaCl, MgO, $CaF_2$, $Na_2O$, CaS.

**22.** Asociază formulelor chimice din coloana **A** una sau mai multe însușiri caracteristice prezentate în coloana **B**:

| A | B |
|---|---|
| S | decaparea și curățirea metalelor |
| $SO_2$ | fabricarea oglinzilor |

| | |
|---|---|
| Na | identificarea ionilor sulfat |
| $HNO_3$ | solid de culoare galbenă |
| $NH_4Cl$ | gaz toxic |
| Ag | oxidant puternic |
| $BaCl_2$ | în aer umed ruginește |
| Fe | reacționează cu acidul clorhidric, eliberând hidrogen |

**23.** Completează ecuațiile reacțiilor chimice posibile:

$Fe + ZnCl_2 \rightarrow$

$H_2 + Na_2O \rightarrow$

$C + CuO \rightarrow$

$Al + HNO_{3\ concentrat} \rightarrow$

$Hg + HCl \rightarrow$

$Hg + AgNO_3 \rightarrow$

$Cr + Al_2O_3 \rightarrow$

**24.** Carbonatul unui metal divalent se descompune termic, obținându-se 4 g produs solid. Gazul rezultat este trecut printr-un vas ce conține apă de var, când se constată că masa vasului a crescut cu 2,2 g. Determină formula chimică a carbonatului descompus și indică modificările de culoare care se observă.

**25.** Se dă următoarea schemă-program:

$$A + H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} a + b\uparrow + d\uparrow$$

$$A \xrightarrow{\text{electroliză}} e + b\uparrow$$

$$b + d \rightarrow f$$

$$f + g \rightarrow h + i\downarrow$$

$$i \xrightarrow{\text{lumină}} j + d\uparrow$$

$$Cu + g \rightarrow i\downarrow + k$$

**a)** Identifică substanțele notate cu litere și clasifică-le, știind că substanța *d* este un gaz galben-verzui, iar *g* se numește piatra - iadului.

**b)** Reprezintă ecuațiile reacțiilor chimice.

**c)** Știind că reacționează 200 g soluție de substanță *g* de concentrație 34% din care 25% se utilizează în ultima reacție, și că se folosește o plăcuță de cupru cu masa de 15 g, calculează masa plăcuței la sfârșitul reacției.

**26.** *x* g sodă caustică reacționează cu 122,5 g soluție de acid sulfuric 20%, iar după terminarea reacției, concentrația soluției de acid se reduce cu 25%. Determină valoarea lui *x*.

**27.** 20 g amalgam de sodiu se tratează cu 100 g apă, când se formează 4,48 L hidrogen.



**a)** Determină compoziția masică a amalgamului și concentrația procentuală a soluției de bază formate.

**b)** Calculează cantitatea de clorură ferică ce ar reacționa cu soluția de hidroxid de sodiu rezultată.

**28.** Kelenul ($C_2H_5Cl$) este o substanță utilizată ca anestezic slab. Pentru dozarea cantitativă a clorului, acesta se precipită sub formă de clorură de argint, rezultând 14,35 g precipitat. Determină masa de kelen și calculează numărul de atomi de argint care s-ar depune prin descompunerea fotochimică a precipitatului format.

**29.** 1,62 g metal trivalent este tratat cu o soluție de acid clorhidric 10%. Determină metalul, știind că prin arderea aceleiași cantități de metal se consumă 5,04 L aer (20% oxigen).

**30.** Un amestec de pilitură de aluminiu, fier și cupru se tratează cu o soluție de hidroxid de sodiu, când rezultă 3,36 L gaz. Același amestec tratat cu o soluție de acid clorhidric conduce la 7,84 L gaz. Prin reacția cu acidul azotic concentrat, se obțin 0,448 L gaz. Determină compoziția procentuală a amestecului de metale.

# *Partea a II-a. Rezolvări şi răspunsuri*

## Cap. 1. Introducere în studiul chimiei

### 1.1. Materie. Corp. Substanţă. Amestec

**1.** Tot ceea ce ne înconjoară se numeşte *materie*. Aceasta este alcătuită din *corpuri*, *materiale* şi *substanţe*. O porţiune limitată de materie se numeşte *corp* (2 exemple: *stilou*, *apa dintr-un pahar*); formele omogene de materie cu o compoziţie constantă sunt *substanţe* (2 exemple: *apă*, *azot*), iar cele eterogene, cu o compoziţie variabilă, se numesc *materiale* (2 exemple: ciment, lemn).
Paharul Berzelius este un *corp*, confecţionat din *sticlă*. Mojarul cu pistil este, de asemenea, un *corp*, confecţionat din *porţelan* sau *sticlă*.

**2.** - corpuri: caiet, creion, sticlă de suc, sifonul din sticlă, lingură.
- materiale: hârtie, plastic, sticlă, nisip, cărămidă.
- substanţe: apă, dioxid de carbon, fer, aur, clor.

**3.**

| | Corp | Material | Substanţă |
|---|---|---|---|
| apă | | | x |
| creion | x | | |
| ciment | | x | |
| cărămidă | | x | |
| uşă | x | | |
| fontă | | x | |
| cilindru gradat | x | | |
| azot | | | x |
| sarea din mâncare | x | | |

**4.** Corpuri: pisetă, baghetă, trepied, spiriteră, stativ pentru eprubete.
Substanţe: piatră-vânătă, acid sulfuric, sodă caustică, turnesol, alcool.

**5.**

| Corp | Material | Substanţă |
|---|---|---|
| • laborator de chimie | • sticlă | • piatră-vânătă |
| • ustensile de laborator | • porţelan | • sare |

| Corp | Material | Substanță |
|---|---|---|
| • plăci<br>• mesele de laborator<br>• sticle cu reactivi<br>• pisetă<br>• soda din eprubetă<br>• piatra-vânătă din altă eprubetă<br>• hidroxidul de cupru din eprubetă | • lemn<br>• metal<br>• faianță | • sodă caustică<br>• acizi<br>• precipitat<br>• hidroxid de cupru |

**6.**

| A | B |
|---|---|
| a. apa din sticlă | i. azot |
| b. sifonul din pahar | ii. apă |
| c. apa din Marea Neagră | iii. mercur |
| d. aerul din cameră | iv. oxigen |
| | v. sare |
| | vi. dioxid de carbon |

a – ii; b – ii, vi; c – ii, v, iv; d – i, iv, vi.

**7.** Pahar Berzelius, sticlă de reactivi, baghetă de sticlă; material: sticlă.

**8.** Ploaia, sucul de fructe, saramura; substanța: apă.

**9.**

| Corp | Material |
|---|---|
| **cleşte de lemn** | lemn |
| carte | **hârtie** |
| **cuţit** | oţel |
| **casă** | cărămidă |
| trotuar | **asfalt** |
| teren de tenis | **zgură** |

**10. a)** Materia ocupă un spațiu și apare sub diferite forme. Materia nu dispare și nu se creează. Materia se găsește în continuă mișcare și transformare.

**b)** Pentru aprinderea spirtierei se folosește chibritul, iar stingerea acesteia se realizează punând capacul peste flacără.

Eprubeta se încălzește în poziție puțin înclinată, ținând-o cu ajutorul unui cleşte de lemn.

Substanțele nu se miros direct. Agitarea corectă se face prin mișcări circulare pe orizontală ale baghetei în interiorul lichidului din vas.

**11.** pahar Berzelius; eprubetă; mojar cu pistil; sticlă cu reactiv; sită de azbest; stativ pentru eprubete; bec de gaz; pâlnie de sticlă.

**12.** 1 – b; 2 – e; 3 – e; 4 – h; 5 – g, i; 6 – d; 7 – a; 8 – c, j; 9 – h.



## 1.2 Proprietățile substanțelor

**1.**

| Proprietăți fizice | Proprietăți chimice |
|---|---|
| - gustul acru<br>- starea de agregare solidă<br>- culoarea albă<br>- proprietatea de a se sparge<br>- proprietatea de a fierbe<br>- solubilitatea<br>- proprietatea magnetică<br>- densitatea<br>- conductibilitatea termică<br>- conductibilitatea electrică<br>- duritatea<br>- proprietatea de clivaj<br>- proprietatea de a degaja căldură și lumină | - proprietatea vinului de a fermenta<br>- proprietatea de acrire a laptelui<br>- proprietatea de a rugini<br>- proprietatea de a cocli<br>- proprietatea de ardere<br>- proprietatea de a râncezi |

**2.** Apa – lichid incolor, inodor, insipid, cu temperatura de fierbere de 100°C și de congelare de 0°C. (proprietăți fizice)

Cuprul – solid de culoare arămie, bun conducător de căldură și electricitate. (proprietăți fizice)

– coclește (proprietatea de a cocli – proprietate chimică)

Oxigenul – gaz, incolor, inodor, insipid, puțin solubil în apă. (proprietăți fizice).

– nu arde, dar întreține arderea (proprietatea de a arde – proprietate chimică).

**3.** Prin încălzire, naftalina trece din stare solidă direct în stare de vapori, prezentând proprietatea de a sublima.

**4.** $V_{cui} = 0{,}5$ mL

$m_{cui} = 4$g $\qquad \rho = \frac{4}{0{,}5} = 8$ g/mL

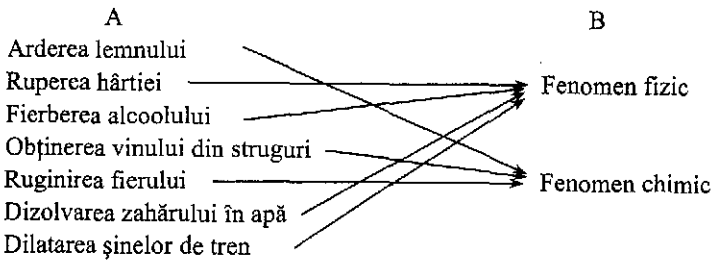
**5.** Într-un cilindru gradat plin cu apă ($V_1$ mL) se introduce bila de fier cu masa de 10 g. Se măsoară nivelul apei după introducerea bilei ($V_2$). Creșterea de nivel observată ($V_2 - V_1$) reprezintă volumul bilei.

$$\rho = \frac{m}{V_2 - V_1}$$

**6.** Cu ajutorul unui magnet se separă fierul de aluminiu şi cupru (proprietate magnetică – proprietate fizică).
Cuprul având o culoare roşu-arămie, se poate separa de aluminiu (culoarea - proprietate fizică).

## 1.3. Fenomene fizice şi chimice

**1.**




**2.** **b)** topirea gheţii; **c)** solidificarea; **d)** evaporarea alcoolului.

**3.** **a)** Solid $\underset{\text{solidificare}}{\overset{\text{topire}}{\rightleftarrows}}$ Lichid $\underset{\text{condensare}}{\overset{\text{fierbere}}{\rightleftarrows}}$ Gaz

**b)** Solid $\underset{\text{desublimare}}{\overset{\text{sublimare}}{\rightleftarrows}}$ Gaz

Fenomene fizice

**4.** naftalina; iodul; camforul.

**5.** Fenomenul de ardere este un fenomen chimic prin care o substanţă în prezenţa oxigenului se transformă în alte substanţe. Prin topire, fenomen fizic, o substanţă trece din stare de agregare solidă în stare de agregare lichidă.

**6.** Nu. Zahărul se dizolvă în apă. Prin dizolvare, particulele de zahăr se răspândesc printre cele de apă, rezultând un amestec cu gust dulce. Topirea este fenomenul fizic prin care o substanţă solidă la încălzire trece în stare lichidă.

**7.** Cuprul prezintă fenomenul chimic de coclire.



## 1.4. Substanţe pure. Amestecuri de substanţe. Metode de separare a substanţelor din amestecuri

**1.** **a)** apă distilată; **b)** acid clorhidric; **c)** alcool; **d)** piatră-vânătă; **e)** sare.

**2.** - Amestecuri omogene: saramură; oţet; limonadă.
- Amestecuri eterogene: apă + ulei; lapte; aer + praf.
- Substanţe pure: praf de copt; apă distilată; alcool.

**3.** - Amestecuri neomogene: praf de cretă + apă; lapte.
- Amestecuri omogene: vin, oţet, saramură.

**4.** **a)** aerul
**b)** apă + sare + alcool
**c)** nisip + apă + acetonă

**5.** **a)** distilare; **b)** decantare; **c)** filtrare; **d)** distilare; **e)** sublimare; **f)** cristalizare.

**6.** Distilare: balon Würtz, sită de azbest, trepied, spirtieră, refrigerent, pahar Erlenmeyer.
Filtrare: pahar Erlenmeyer, pahar Berzelius, baghetă de sticlă, pâlnie, hârtie de filtru.
Decantare: două pahare Berzelius, baghetă de sticlă.
Sublimare-desublimare: sticlă de ceas, pâlnie, trepied, sită de azbest, spirtieră.

**7.** **a)** sublimare: sticlă de ceas, pâlnie, trepied, sită de azbest, sursă de încălzire.
**b)** cristalizare: sursă de încălzire, trepied, sită de azbest, capsulă de porţelan.

**8.** Apare un precipitat albastru-gelatinos.
Componentele se pot separa prin filtrare, folosind următoarele ustensile de laborator: pahar Berzelius, pahar Erlenmeyer, pâlnie de sticlă, baghetă de sticlă, hârtie de filtru.

**9.** Două lichide care se dizolvă unul în celălalt se numesc lichide *miscibile* (2 exemple: *apă + alcool, benzină + ulei*) şi formează amestecuri *omogene*. Acestea se pot separa din amestec prin operaţia de *distilare*, utilizând următoarele ustensile de laborator: *balon Würtz, refrigerent, pahar Erlenmeyer, sursă de încălzire, trepied, sită de azbest.*
Lichidele care nu se dizolvă unul în celălalt sunt lichide *nemiscibile* (2 exemple: *apă + ulei, alcool + ulei*) şi formează amestecuri *neomogene*. Acestea se pot separa prin operaţia de *decantare*, folosind ca ustensilă de laborator *pâlnia de separare.*

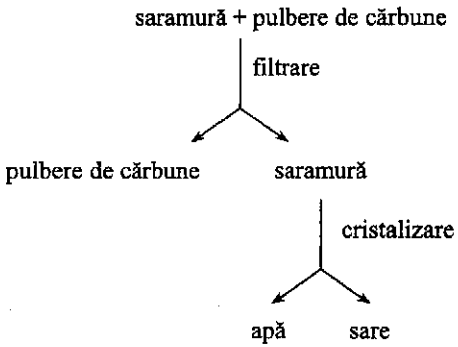
**10.** Folosind un magnet, care atrage pilitura de fier.

**11.** Prin sublimare, folosind trepied, sită de azbest, sursă de încălzire, sticlă de ceas, pâlnie.

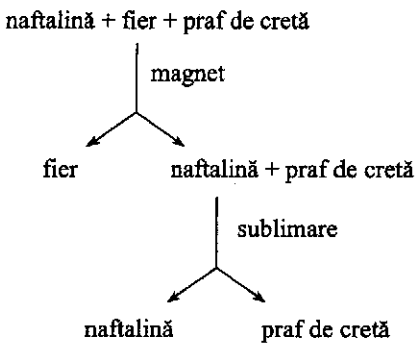
**12.** distilarea.

**13.** Prin cristalizare, evaporându-se apa.

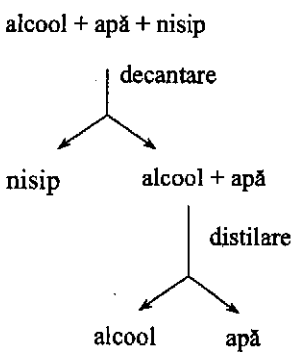
**14. a)**




**b)**

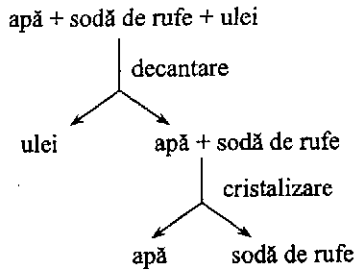



**c)**

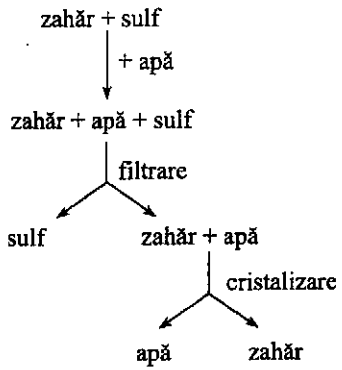




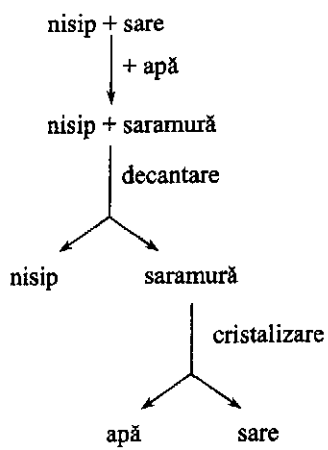

**d)**




**15. a)**




**b)**



# 1.5. Soluții

**1.** Soluțiile sunt amestecuri *omogene* de două sau mai multe substanțe între care nu au loc fenomene *chimice*. Soluțiile se formează prin *dizolvare*, care este un fenomen *fizic*.
Soluțiile sunt formate din dizolvat și dizolvant. Substanța care se dizolvă se numește *dizolvat*, iar cea în care se face dizolvarea este *dizolvantul*.
Soluția *diluată* conține o cantitate mai mică de substanță dizolvată. Soluția care mai poate dizolva noi cantități de substanță până la saturație este o soluție *nesaturată*.

**2.**

| Amestec | Dizolvant | Dizolvat | Stare de agregare a soluției |
|---|---|---|---|
| a) saramură de concentrație 10% | apă – lichid | sare – solid | lichid |
| b) oțet | apă – lichid | acid acetic – lichid | lichid |
| c) inel de argint | argint – solid | cupru – solid | solid |
| d) tinctură de iod | alcool – lichid | iod – solid | lichid |
| e) aer | azot – gaz | oxigen – gaz | gaz |
| f) clor dizolvat în apa unui bazin de înot | apă – lichid | clor – gaz | lichid |
| g) alamă | cupru – solid | zinc – solid | solid |
| h) sifon | apă – lichid | dioxid de carbon – gaz | lichid |

**3.** lac de unghii → acetonă
ulei → benzină
acid acetic → apă
alcool → apă
sare → apă
iod → alcool

**4.** Piatra-vânătă mojarată se dizolvă în apă caldă, agitând continuu.

**5.** Acidul sulfuric se toarnă în apă în cantități mici, agitând continuu și răcind soluția formată. Dizolvarea acidului sulfuric în apă este puternic exotermă.

**6.** **a)** Prima cană.
**b)** Ambele soluții au aceeași concentrație.
**c)** Concentrația reprezintă cantitatea de substanță dizolvată într-o anumită cantitate de soluție.

**7.** Diluându-l, punând o nouă cantitate de ceai. Mai diluată.



**8.** Solubilitatea gazelor în lichide crește cu scăderea temperaturii. În cameră fiind o temperatură mai mare decât în frigider, dioxidul de carbon are o solubilitate mai mică în apă, o parte din acesta părăsind soluția.

**9.** **a)** Se folosește un volum mai mic de apă față de 100 mL. Volumul soluției este de 100 mL.
**b)** Se folosesc exact 100 mL apă, obținându-se un volum mai mare de 100 mL.

**10.** **a)** Soluțiile au un punct de congelare mai scăzut decât al componentelor.
**b)** Soluțiile au un punct de fierbere mai mare decât al componentelor.

**11.** $m_d = 10\ g$
$m_s = 200\ g$
$c = ?$
$m_{apa} = ?$
$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow c = \frac{10 \cdot 100}{200} \Rightarrow \boxed{c = 5\%}$
$m_s = m_d + m_{H_2O} \Rightarrow m_{apa} = m_s - m_d = 200 - 10 = 190\ g \Rightarrow \boxed{m_{apa} = 190\ g}$

**12.** $m_d = 5\ g$
$m_{solvent} = 195\ g$
$c = ?$
$m_s = m_d + m_{solvent} \Rightarrow m_s = 5 + 195 = 200\ g$
$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow c = \frac{5 \cdot 100}{200} \Rightarrow \boxed{c = 2,5\%}$

**13.** $m_s = 120\ g$
$c = 5\%$
$m_d = ?$
$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow 5 = \frac{m_d \cdot 100}{120} \Rightarrow \boxed{m_d = 6\ g}$

**14.** $m_d = 200\ g$
$c = 15\%$
$m_s = ?$
$m_{apa} = ?$
$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow 15 = \frac{200 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 1333,33\ g \Rightarrow m_{apa} = m_s - m_d$
$m_{apa} = 1333,33 - 200 \Rightarrow \boxed{m_{apa} = 1133,33\ g}$

**15.** $m_s = 500\ g$
$c = 9\%$
$m_{apa} = ?$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow 9 = \frac{m_d \cdot 100}{500} \Rightarrow m_d = \frac{500 \cdot 9}{100} \Rightarrow m_d = 45\ g$

$m_{apa} = m_s - m_d = 500 - 45 = 455\ g \Rightarrow \boxed{m_{apa} = 455\ g}$

**16.** $m_s = 500\ g$

$c = 30\%$

$m_d = ?$

$m_{apa} = ?$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow 30 = \frac{m_d \cdot 100}{500} \Rightarrow m_d = \frac{30 \cdot 500}{100} = 150\ g \Rightarrow \boxed{m_d = 150\ g}$

$m_{apa} = m_s - m_d = 500 - 150 \Rightarrow \boxed{m_{apa} = 350\ g}$

**17. a)** $m_{proba} = \frac{200}{100} = 2\ g$

**b)** $m_s = 2\ g$

$c = 10\%$

$m_d = ?$

$m_d = \frac{10}{100} \cdot 2 = 0,2\ g \Rightarrow \boxed{m_d = 0,2\ g}$

**c)** $m_{solvent} = m_s - m_d = 2 - 0,2 = 1,8\ g$

**d)** $c = 10\%$

**18.** $V_s = 500\ mL$

$c = 20\%$

$\rho_s = 1,143\ g/mL$

$m_d = ?$

$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow m_s = \rho_s \cdot V_s = 1,143 \cdot 500 = 571,5\ g$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow 20 = \frac{m_d \cdot 100}{571,5} \Rightarrow \boxed{m_d = 114,3\ g}$

**19.** $m_d = 2\ g$

$m_{apa} = 18\ g$

$\rho_s = 1,15\ g/mL$

$V_s = ?$

$m_s = m_d + m_{H_2O} \Rightarrow m_s = 2 + 18 = 20\ g$

$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{20}{1,15} \Rightarrow \boxed{V_s = 17,39\ mL}$

**20.** $V_s = 500\ mL$



$c = 5\%$(% volumetrice)

$V_{acetona} = ?$

$c = \frac{V_d}{V_s} \cdot 100 \Rightarrow V_d = \frac{5}{100} \cdot 500 = 25\ mL$

Se măsoară 25 mL acetonă folosind un cilindru gradat de 500 mL, se transvazează într-un balon cotat de 500 mL şi se completează cu apă distilată până la semn sau se măsoară 475 mL apă cu ajutorul unui cilindru gradat şi se adaugă peste cei 25 mL acetonă.

**21.** $V_s = 750\ mL$

$c = 10\%$

$V_d = ?$

$\boxed{V_d = 75mL}$

**22.** $V_s = 1\ L = 1000\ cm^3$

$\rho_s = 1,285\ g/cm^3$

$c = 38\%$

$m_d = ?$

$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow m_s = \rho_s \cdot V_s = 1000 \cdot 1,285 = 1285\ g$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow 38 = \frac{m_d \cdot 100}{1285} \Rightarrow \boxed{m_d = 488,3\ g}$

**23.** $m_{s_1} = 10\ g$

$c_1 = 2\%$

$m_{s_2} = 20\ g$

$c_2 = 4\%$

$m_{d\ final} = ?$

$c_{final} = ?$

$m_{s\ final} = m_{s_1} + m_{s_2} = 10 + 20 = 30\ g$

$m_{d\ final} = m_{d_1} + m_{d_2}$; $m_{d_1} = \frac{2}{100} \cdot 10 = 0,2\ g$ $m_{d_2} = \frac{4}{100} \cdot 20 = 0,8\ g$

$\Rightarrow m_{d_1} + m_{d_2} = 0,2 + 0,8 = 1\ g$

$c_{final} = \frac{m_{d\ final} \cdot 100}{m_{s\ final}} \Rightarrow c_{final} = \frac{1 \cdot 100}{30} = 3,33\% \Rightarrow \boxed{c_{final} = 3,33\%}$

**24.** $m_s = 200\ g$

$c = 15\%$

$m_{apa\ ad.} = 150\ g$

$c_{final} = ?$

$c_{final} = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s + m_{apa\ ad.}}$ $\quad 15 = \dfrac{m_d \cdot 100}{200} \Rightarrow m_d = 30\ g$

$c_{final} = \dfrac{30 \cdot 100}{200 + 150} \Rightarrow c_{final} = \dfrac{30 \cdot 100}{350} \Rightarrow \boxed{c_{final} = 8,57\%}$

Soluția se diluează.

**25.** $m_{s_1} = 200\ g$

$c_1 = 40\%$

$m_{s_2} = 300\ g$

$c_2 = 20\%$

$m_{apa} = 500\ g$

compoziția% = ?

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_{d_1} = \dfrac{40}{100} \cdot 200 = 80\ g\ ;\ m_{d_2} = \dfrac{20}{100} \cdot 300 = 60\ g$

$\Rightarrow m_{d_1} + m_{d_2} = 80 + 60 = 140\ g$

$m_{s\ final} = m_{s_1} + m_{s_2} + m_{apa} = 200 + 300 + 500 = 1000\ g$

1000 g soluție...80 g clorură de sodiu...60 g clorură de potasiu...860 g apă

100 g soluție..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = 8\%$ clorură de sodiu; $p_2 = 6\%$ clorură de potasiu; $p_3 = 86\%$ apă

**26. a)** Soluția B se concentrează față de soluția A

**b)** A: $m_d = 8\ g\ ;\ m_{apa} = 72\ g$

$m_s = m_d + m_{apa} = 80\ g$

$c = \dfrac{8 \cdot 100}{80} = 10\% \Rightarrow \boxed{c = 10\%}$

B: $c_{final} = \dfrac{m_{d\ final} \cdot 100}{m_{s\ final}}\ ;\ m_{d\ final} = m_d + m_{zahăr\ ad.} = 8 + 8 = 16\ g$

$m_{s\ final} = m_s + m_{zahăr\ ad.} = 80 + 8 = 88\ g$

$c_{final} = \dfrac{16 \cdot 100}{88} = 18,18\% \Rightarrow \boxed{c_{final} = 18,18\%}$

**27.** Soluția se concentrează.

$m_s = 50\ g$

$c = 10\%$

$m_d = \dfrac{10}{100} \cdot 50 = 5\ g\ ;\ m_{apa} = 50 - 5 = 45\ g\ ;\ m_{apă\ evaporată} = \dfrac{45}{4} = 11,25\ g$

$m_{apă\ rămasă} = 45 - 11,25 = 33,75\ g\ ;\ m_{s\ final} = 50 - 11,25 = 38,75\ g$



$c_{final} = \dfrac{5 \cdot 100}{38,75} = 12,9\% \Rightarrow \boxed{c_{final} = 12,9\%}$

**28.** $c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s}\ ;\ 5 = \dfrac{m_d \cdot 100}{250}\ ;\ m_d = 12,5\ g$

$25 = \dfrac{12,5 \cdot 100}{m_{sfinal}} \Rightarrow m_{sfinal} = 50\ g$

$m_{apă\ evaporată} = m_s - m_{s\ final} = 250 - 50 = 200\ g \Rightarrow \boxed{m_{apă\ evaporată} = 200\ g}$

**29.** $m_d = \dfrac{5}{100} \cdot 150 = 7,5\ g$

$m_{sfinal} = 150 - 25 = 125\ g$

$c_{final} = \dfrac{7,5 \cdot 100}{125} = 6\% \Rightarrow \boxed{c_{final} = 6\%}$

**30.** $m_d = \dfrac{20}{100} \cdot 200 = 40\ g$

$m_{d\ final} = 40 + 10 = 50\ g\ ;\ m_{s\ final} = 200 + 10 = 210\ g$

$c_{final} = \dfrac{50 \cdot 100}{210} \Rightarrow \boxed{c_{final} = 23,81\%}$

**31.** $m_d = \dfrac{25}{100} \cdot 50 = 12,5\ g$

$m_{alcool\ ad.} = x$

$40 = \dfrac{(12,5 + x) \cdot 100}{50 + x} \Rightarrow 40 \cdot (50 + x) = (12,5 + x) \cdot 100 \Rightarrow$

$2000 + 40x = 1250 + 100x \Rightarrow 60x = 750 \Rightarrow \boxed{x = 12,5\ g}$

**32.** $m_d = 200 \cdot \dfrac{5}{100} = 10\ g$

$m_{sare\ ad.} = x$

$20 = \dfrac{(10 + x) \cdot 100}{200 + x} \Rightarrow 20 \cdot (200 + x) = (10 + x) \cdot 100 \Rightarrow \boxed{x = 37,5\ g}$

**33. a)** $\rho_s = \dfrac{m_s}{V_s} \Rightarrow m_s = \rho_s \cdot V_s = 1,42\ g$

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s}\ ; \Rightarrow 69,8 = \dfrac{m_d \cdot 100}{1,42} \Rightarrow \boxed{m_d = 0,991\ g}$

**b)** $m_s = \rho_s \cdot V_s = 60 \cdot 1,42 = 85,2\ g \Rightarrow \boxed{m_d = 59,47\ g}$

**c)** $63 = \dfrac{63 \cdot 100}{m_s}\ ;\ m_s = 100\ g;$

$V_s = \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{100}{1,42} \Rightarrow \boxed{V_s = 70,42\ cm^3}$

**34.** $m_{s_1} = 3\ kg$

$c_1 = 60\%;\ c_2 = 10\%;\ c_3 = 40\%$

$m_{s_2} = ?$

$m_{d_1} = \frac{60}{100} \cdot 3 = 1,8\ kg$

$c_3 = \frac{m_{d_3}}{m_{s_3}} = \frac{m_{d_1} + m_{d_2}}{m_{s_1} + m_{s_2}} \Rightarrow 40 = \frac{m_{d_1} + m_{d_2}}{m_{s_1} + m_{s_2}} \cdot 100$

$40 \cdot (m_{s_1} + m_{s_2}) = 100 \cdot (m_{d_1} + m_{d_2})\ \ 10 = \frac{m_{d_2}}{m_{s_2}} \cdot 100 \Rightarrow m_{s_2} = 10 m_{d_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow m_{d_1} = 1,8\ kg \Rightarrow m_{s_1} = 3\ kg$

$40 \cdot (3 + 10 m_{d_2}) = 100 \cdot (1,8 + m_{d_2}) \Rightarrow 120 + 400 m_{d_2} = 180 + 100 m_{d_2}$

$m_{d_2} = 0,2\ kg; \Rightarrow \boxed{m_{s_2} = 2\ kg}$

**35.** $c_A = 15\%$

$m_{s_B} = 200\ g$

$c_B = 30\%$

$c = 20\%$

$m_{s_A} = ?$

$c = \frac{m_{d_A} + m_{d_B}}{m_{s_A} + m_{s_B}} \cdot 100 \Rightarrow 20 = \frac{m_{d_A} + m_{d_B}}{m_{s_A} + m_{s_B}} \cdot 100 \Rightarrow 5 \cdot (m_{d_A} + m_{d_B}) = m_{s_A} + m_{s_B}$

$m_{d_B} = 60\ g;\ m_{s_B} = 200\ g;\ m_{d_A} = 0,15 \cdot m_{s_A}$

$5 \cdot (0,15 m_{s_A} + 60) = m_{s_A} + 200;\ \ 0,75\ m_{s_A} + 300 = m_{s_A} + 200$

$\Rightarrow m_{s_A} = 400\ g$

**36.** $c_{final} = \frac{m_d + m_{sare}}{m_s + m_{sare}} \cdot 100$

$m_d = \frac{20}{100} \cdot 190 = 38\ g$

$c = \frac{38 + 10}{190 + 10} = \frac{48}{200} \Rightarrow \boxed{c = 24\%}$

**37.** $m_{d_1} = 0,8\ kg$

$m_{s_1} = 1\ kg$



$20 = \frac{m_{d_2}}{m_{s_2}} \cdot 100 \Rightarrow 5 m_{d_2} = m_{s_2}$

$40 = \frac{0,8 + m_{d_2}}{1 + m_{s_2}} \cdot 100 \Rightarrow \begin{cases} 80 + 100 m_{d_2} = 40 + 40 m_{s_2} \\ m_{d_2} = 0,2 m_{s_2} \end{cases}$

$80 + 20 m_{s_2} = 40 + 40 m_{s_2} \Rightarrow \boxed{m_{s_2} = 2\ kg}$

**38.** $\rho_s = \frac{m_s}{V_s};\ m_s = 275\ g$ sol. 2%; $m_d = \frac{2}{100} \cdot 275 = 5,5\ g.$

$10 = \frac{5,5 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 55\ g$ sol. 10% $\Rightarrow \boxed{V_s = 55\ mL}$

$\boxed{m_{apa} = 275 - 55 = 220\ g}$

**39.** $\rho_1 = 1,42\ g/cm^3$

$c_1 = 68,9\%$

$V_{s_1} = 50\ cm^3$

$c_2 = 19\%$

$\rho_2 = 1,11\ g/cm^3$

$V_{s_2} = ?$

$m_{s_1} = \rho_{s_1} \cdot V_{s_1} = 1,42 \cdot 50 = 71\ g;\ m_{d_1} = 48,919\ g$

$\Rightarrow 19 = \frac{48,919}{m_{s_2}} \cdot 100 \Rightarrow m_{s_2} = 257,47\ g$

$\boxed{V_{s_2} = 231,95\ cm^3}$

**40.** $x = m_{acid\ clorhidric} \Rightarrow 34,4 = \frac{x \cdot 100}{100 + x} \Rightarrow 3440 + 34,4x = 100x \Rightarrow$

$\Rightarrow 3440 = 65,6x \Rightarrow x = 52,44\ g$

$m_s = 152,44 g;$

$V_s = \frac{152,44}{1,175} = 129,74\ cm^3 \Rightarrow \boxed{V_s = 129,74\ cm^3 \text{ sol. } 34,4\%}$

**41.** $c_1 = 98\%$

$\rho_{s_1} = 1,84\ g/mL$

$V_{s_2} = 100\ mL$

$c_2 = 20\%$

$\rho_{s_2} = 1,14\ g/mL$

$V_{s_1} = ?$

$m_{s_2} = \rho_{s_2} \cdot V_{s_2} = 114\ g\ ;\ m_d = \frac{20}{100} \cdot 114 = 22,8\ g \Rightarrow$

$98 = \frac{22,8}{m_{s_1}} \cdot 100 \Rightarrow m_{s_1} = 23,27\ g$

$V_{s_1} = \frac{23,27}{1,84} = 12,64\ mL \Rightarrow \boxed{V_{s_1} = 12,64\ mL\ \text{sol. } 98\%}$

**42.** $m_d = 40\ g$

$c = 98\ \%$

$\rho_s = 1,84\ g/mL$

$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100 \Rightarrow m_s = \frac{40}{98} \cdot 100 = 40,82\ g$

$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow \boxed{V_s = 22,18\ mL\ \text{sol. } 98\%}$

**43.** $c_1 = 20\%;\ c_2 = 40\%$

$\frac{m_{s_1}}{m_{s_2}} = \frac{1}{2}$

$m_{s\text{final}} = 900\ g$

$c_{final} = ?$

$\frac{m_{s_1}}{m_{s_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{m_{s_2} = 2m_{s_1}}$

$m_{s_1} + m_{s_2} = 900\ g \Rightarrow m_{s_1} = 300\ g\ ;\ m_{s_2} = 600\ g$

$c_1 = \frac{m_{d_1} \cdot 100}{m_{s_1}} \Rightarrow m_{d_1} = \frac{c_1 \cdot m_{s_1}}{100} = 60\ g$

$c_2 = \frac{m_{d_2} \cdot 100}{m_{s_2}};\ m_{d_2} = \frac{c_2 \cdot m_{s_2}}{100} = 240\ g$

$c_{final} = \frac{m_{d_1} + m_{d_2}}{m_{s_1} + m_{s_2}} \cdot 100;\ \Rightarrow c_{final} = \frac{60 + 240}{900} \cdot 100 \Rightarrow \boxed{c_{final} = 33,33\%}$

**44.** $V_{s_1} = 200\ cm^3$

$c_1 = 28\%;\ \rho_{s1} = 1,31\ g/mL$

$c_2 = 50\%;\ \rho_{s2} = 1,54\ g/mL$

$m_{\text{sodă ad.}} = ?$

$V_{s_2} = ?$



$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}\ ;\ ms_1 = 262\ g\ \text{sol. } 28\%$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_{d_1} = 262 \cdot \frac{28}{100} = 73,36\ g$

$50 = \frac{73,36 + x}{262 + x} \cdot 100;\quad x = m_{\text{sodă ad.}}$

$262 + x = 2 \cdot (73,36 + x) \Rightarrow \boxed{x = 115,28\ g}$

$m_{s_2} = 262 + 115,28 = 377,28\ g$

$V_{s_2} = \frac{377,28}{1,54} \Rightarrow \boxed{V_{s_2} = 245\ cm^3\ \text{sol. } 50\%}$

**45.** $V_{apă} = 200\ cm^3$

$m_{s_1} = 250\ g$

$c_1 = 20\%$

$V_{s_2} = 500\ cm^3$

$c_2 = 12\%$

$\rho_{s2} = 1,1\ g/mL$

compoziția% = ?

$m_{apa} = 200\ g$

$m_{d_1} = \frac{20}{100} \cdot 250 = 50\ g\ ;\ m_{s_2} = 1,1 \cdot 500 = 550\ g\ ;\ m_{d_2} = \frac{12}{100} \cdot 550 = 66\ g$

$m_{s\ \text{final}} = 200 + 250 + 550 = 1000\ g$

$m_{apa\ \text{final}} = 200 + (250 - 50) + (550 - 66) = 200 + 200 + 484 = 884\ g$

1000 g amestec.....50 g hidroxid de sodiu....66 g hidroxid de potasiu....884 g apă

100 g amestec..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$p_1 = 5\%$ hidroxid de sodiu; $p_2 = 6,6\%$ hidroxid de potasiu; $p_3 = 88,4\%$ apă

**46.** $c_1 = 5\%\ ;\ c_2 = 20\%$

$\frac{m_{s_1}}{m_{s_2}} = \frac{1}{3}$

$c_{final} = ?$

$5 = \frac{m_{d_1} \cdot 100}{m_{s_1}} \Rightarrow m_{d_1} = 0,05m_{s_1}$

$$20 = \frac{m_{d_2} \cdot 100}{m_{s_2}} \Rightarrow m_{d_2} = 0,2m_{s_2};\ m_{s_2} = 3m_{s_1} \Rightarrow c_{final} = \frac{m_{d\ final} \cdot 100}{m_{s\ final}}$$

$$m_{dfinal} = m_{d_1} + m_{d_2} = 0,05m_{s_1} + 0,2m_{s_2} = 0,05m_{s_1} + 0,6m_{s_1} = 0,65m_{s_1}$$

$$m_{sfinal} = m_{s_1} + m_{s_2} = 4m_{s_1} \Rightarrow c_{final} = \frac{0,65m_{s_1} \cdot 100}{4m_{s_1}} \Rightarrow \boxed{c_{final} = 16,25\%}$$

## 1.6. Probleme propuse

**3.** Fe – 7,8 g/cm$^3$;
**5.** 10%;
**6.** **a)** 200 g; **b)** 170 g;
**8.** **a)** 26,36%; **b)** 8,21%;
**9.** **a)** 73,44 g acid; 171,36 g apă; **b)** 21,3%; **c)** 40,8g; **d)** 27,1%;
**10.** 25%;
**11.** 33,45%;
**12.** 43,40 mL;
**13.** 200 g;
**14.** 6%;
**15.** 41,24% acid azotic; 54,07% acid sulfuric; 4,69% apă.



# Cap. 2. Structura substanțelor. Sistemul Periodic al elementelor

## 2.1. Atom. Element chimic. Sistemul Periodic al elementelor

**1.** $d = 10Å = 10^{-10}$ m

1 atom.....$10^{-10}$ m $\Rightarrow x = \frac{10^{-3}}{10^{-10}} = 10^7$ atomi

x.....$10^{-3}$ m

**2.** 1 atom.....$2,6 \cdot 10^{-10}$ m $\Rightarrow x = \frac{2,6 \cdot 10^{-2}}{2,6 \cdot 10^{-10}} = 10^8$ atomi Cu

x.....$2,6 \cdot 10^{-2}$ m

**3.** $10^8$ atomi Na.....$3,1 \cdot 10^{-2}$ m $\Rightarrow x = \frac{3,1 \cdot 10^{-2}}{10^8} = 3,1 \cdot 10^{-10}$ m

1 atom Na.....x

**4.** 1 i); 2 a); 3 b); 4 j); 5 g); 6 f); 7 c); 8 d); 9 e); 10 h).

**5.**

| Element | Simbol chimic |
|---|---|
| cobalt | **Co** |
| **siliciu** | Si |
| **beriliu** | Be |
| oxigen | **O** |
| vanadiu | **V** |
| **fosfor** | P |
| **azot** | N |
| zinc | **Zn** |

**6.** Ba, Fe, B, N, Be, Bi, F, P, Au, Ag, Ar, At, As
**7.** U – uraniu, Br – brom, O – oxigen, Ne – neon, Ni – nichel, H – hidrogen, Na – sodiu, K – potasiu, I – iod, Hg – mercur, P – fosfor.
**8.** **a)** Ca – calciu; Li – litiu; C – carbon
**b)** Ge – germaniu; Ni – nichel; Al – aluminiu
**c)** Te – telur; Ne – neon; Br – brom; Os – osmiu
**d)** Ta – tantal; C – carbon; Ti – titan; Co – cobalt; S – sulf
**e)** O – oxigen; S – sulf; P – fosfor; I – iod; C – carbon; U – uraniu
**f)** La – lantan; N – azot; Ta – tantal
**g)** B – bor; I – iod; Ne – neon
**h)** Bi – bismut; Ne – neon
**i)** C – carbon; Ar – argon; Ni – nichel; V – vanadiu; O – oxigen; Re – reniu

**j)** Am – americiu; Er – erbiu; I – iod; Ca – calciu; N – azot
**k)** Po – poloniu; Li – litiu; Xe – xenon; No – nobeliu; S – sulf
**l)** Cu – cupru; N – azot; O – oxigen; S – sulf; C – carbon; U – uraniu; Te – telur
**m)** Xe – xenon; No – nobeliu; F – fluor; O – oxigen; B – bor

**9. a)** 3 H; **b)** 7 K; **c)** 10 Hg; **d)** 5 Cl

**10.**

| Element | Simbol | Z | A | p | n | e |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fosfor | $^{31}_{15}P$ | 15 | 31 | 15 | 16 | 15 |
| Calciu | $^{40}_{20}Ca$ | 20 | 40 | 20 | 20 | 20 |
| Sodiu | $^{23}_{11}Na$ | 11 | 23 | 11 | 12 | 11 |
| Stibiu | $^{122}_{51}Sb$ | 51 | 122 | 51 | 71 | 51 |
| Brom | $^{80}_{35}Br$ | 35 | 80 | 35 | 45 | 35 |
| Potasiu | $^{39}_{19}K$ | 19 | 39 | 19 | 20 | 19 |

nucleu (+15) → 15p⁺, 15n

**11.** $^{30}_{15}P$

înveliș electronic: $15e^-$ (–15)

**12.** Z = 12, K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $2e^-$
Z = 19, K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $8e^-$ N – $1e^-$

**13. a)** A = 31; K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $5e^-$; $15e^-$ Z = 15

nucleu (+15) { 15p⁺, 16n

**b)** $^{31}_{15}P$

înveliș electronic: $15e^-$ (–15)

**d)** nemetal

**14. a)** $K - 2e^-$ $L - 2e^-$ $Z = 4$
**b)** $K - 2e^-$ $L - 8e^-$ $Z = 10$
**c)** $K - 2e^-$ $L - 6e^-$ $Z = 8$

**15.** K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $6e^-$ Z = 16

**16.** K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $6e^-$ $16p^+$

**17.** Al; P



**18.**

| Element | Simbol | Z | A | p | n | $e^-$ | Sarcina nucleară | Sarcina înv. el. | Configurația electrică |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| aluminiu | $^{27}_{13}Al$ | 13 | 27 | 13 | 14 | 13 | +13 | –13 | K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $3e^-$ |
| calciu | $^{40}_{20}Ca$ | 20 | 40 | 20 | 20 | 20 | +20 | –20 | K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $8e^-$ N – $2e^-$ |
| fluor | $^{19}_{9}F$ | 9 | 19 | 9 | 10 | 9 | +9 | –9 | K – $2e^-$ L – $7e^-$ |
| oxigen | $^{16}_{8}O$ | 8 | 16 | 8 | 8 | 8 | +8 | –8 | K – $2e^-$ L – $6e^-$ |
| neon | $^{20}_{10}Ne$ | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 | +10 | –10 | K – $2e^-$ L – $8e^-$ |
| azot | $^{14}_{7}N$ | 7 | 14 | 7 | 7 | 7 | +7 | –7 | K – $2e^-$ L – $5e^-$ |
| magneziu | $^{24}_{12}Mg$ | 12 | 24 | 12 | 12 | 12 | +12 | –12 | K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $2e^-$ |
| litiu | $^{7}_{3}Li$ | 3 | 7 | 3 | 4 | 3 | +3 | –3 | K – $2e^-$ L – $1e^-$ |
| sodiu | $^{23}_{11}Na$ | 11 | 23 | 11 | 12 | 11 | +11 | –11 | K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $1e^-$ |

**19. a)** 1 mol H.....1 g
x.....6 g ⇒ $\boxed{x = 6 \text{ moli H}}$

**b)** $\boxed{\nu_{Ca} = 1 \text{ mol}}$

**c)** 1 kmol O.....16 kg ⇒ $x = \frac{60}{16} = 5$ kmoli O ⇒ $\boxed{\nu_O = 5 \text{ kmoli}}$
x.....60 kg

**d)** 1 kmol P.....31 kg ⇒ $x = \frac{15}{31} = 0,48$ kmoli P ⇒ $\boxed{\nu_P = 0,48 \text{ kmoli}}$
x.....15 kg

**20. a)** 1 mol N.....14 g ⇒ $x = 5 \cdot 14 = 70$ g N ⇒ $\boxed{m_N = 70 \text{ g}}$
5 moli N.....x

**b)** 1 mol U.....238 g ⇒ $x = 2 \cdot 238 = 476$ g U ⇒ $\boxed{m_U = 476 \text{ g}}$
2 moli U.....x

**c)** 1 mol Fe.....56 g ⇒ $x = 3 \cdot 56 = 168$ g ⇒ $\boxed{m_{Fe} = 168 \text{ g}}$
3 moli Fe.....x

**d)** 1 mol Ni.....59 g ⇒ $x = 4 \cdot 59 = 236$ g Ni ⇒ $\boxed{m_{Ni} = 236 \text{ g}}$
4 moli Ni.....x

**e)** 1 kmol F.....19 kg ⇒ $x = 190$ kg F ⇒ $\boxed{m_F = 190 \text{ kg}}$
10 kmoli F.....x

**f)** 1 kmol Ne.....20 kg ⇒ $x = 50$ kmoli Ne ⇒ $\boxed{m_{Ne} = 50 \text{ kmoli}}$
2,5 kmoli Ne.....x

**21. a)** 1 mol Mg.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi Mg

2 moli Mg.....x

$\Rightarrow x = 2\cdot6{,}023\cdot10^{23} = 12{,}046\cdot10^{23}$atomi Mg

**b)** 1 mol Ag.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi Ag

0,5 moli Ag.....x

$\Rightarrow x = 0{,}5\cdot6{,}023\cdot10^{23} = 3{,}0115\cdot10^{23}$atomi Ag

**c)** 1 mol Ag.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi Ag

$0{,}5\cdot10^{3}$moli Ag.....x

$\Rightarrow x = 3{,}0115\cdot10^{26}$atomi Ag

**d)** 1 mol C.....12 g C.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi C

120 g C.....x

$\Rightarrow x = 6{,}023\cdot10^{24}$atomi C

**e)** 1 mol C.....12 g C.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi C

$120\cdot10^{3}$ g C.....x

$\Rightarrow x = 6{,}023\cdot10^{27}$atomi C

**f)** 1 mol Li.....7 g Li.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi Li

3,5 g Li.....x

$\Rightarrow x = 0{,}5\cdot6{,}023\cdot10^{23} = 3{,}0115\cdot10^{23}$atomi Li

**22. a)**

1 mol Na.....23 g.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi Na.....$11\cdot6{,}023\cdot10^{23}e^{-}$ ...$12\cdot6{,}023\cdot10^{23}$n

**b)**

1 mol K.....39 g.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi K.....$19\cdot6{,}023\cdot10^{23}e^{-}$.....$20\cdot6{,}023\cdot10^{23}$n

2 moli K.....x.....y

$\Rightarrow x = 228{,}874\cdot10^{23}e^{-};\ y = 240{,}92\cdot10^{23}$n

**c)** 1 mol Ne.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi Ne.....$10\cdot6{,}023\cdot10^{23}e^{-}$.....$10\cdot6{,}023\cdot10^{23}$n

$5\cdot10^{3}$moli Ne.....x.....y

$\Rightarrow x = 30{,}115\cdot10^{27}e^{-};\ y = 30{,}115\cdot10^{27}$n

**d)**

1 mol Ca.....40 g.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi Ca.....$20\cdot6{,}023\cdot10^{23}e^{-}$.....$20\cdot6{,}023\cdot10^{23}$n

$4\cdot10^{3}$g.....x.....y

$\Rightarrow x = 12{,}046\cdot10^{26}e^{-};\ y = 12{,}046\cdot10^{26}$n

**23. a)** 1 mol Ag.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi.....$6{,}023\cdot10^{23}e^{-}$ de valență

**b)** 1 mol Li.....7 g.....$6{,}023\cdot10^{23}$ atomi.....$6{,}023\cdot10^{23}e^{-}$ de valență

1,4g.....x

$\Rightarrow x = 1{,}2046\cdot10^{23}e^{-}$ de valență



**c)** 1 mol Mg.....24 g.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi.....$2\cdot6{,}023\cdot10^{23}e^{-}$ de valență

$4{,}8\cdot10^{3}$g.....x

$\Rightarrow x = 2{,}4092\cdot10^{26}e^{-}$ de valență

**d)** 1 mol Al.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi.....$3\cdot6{,}023\cdot10^{23}e^{-}$ de valență

$0{,}3\cdot10^{3}$moli Al.....x

$\Rightarrow x = 5{,}4207\cdot10^{26}e^{-}$ de valență

**24.** ${}^{12}_{6}X$; ${}^{14}_{6}X$

${}^{16}_{7}X$; ${}^{14}_{7}X$

**25.** $\bar{A}_O = \frac{99{,}75}{100}\cdot16 + \frac{0{,}037}{100}\cdot17 + \frac{0{,}204}{100}\cdot18 = 15{,}96 + 0{,}00629 + 0{,}03672 = 16$

$\Rightarrow \boxed{\bar{A}_O = 16}$

**26.** $\bar{A}_{Sb} = \frac{57{,}25}{100}\cdot121 + \frac{(100-57{,}25)}{100}\cdot123 = 69{,}2725 + 52{,}5825 = 121{,}855$

$\Rightarrow \boxed{\bar{A}_{Sb} = 121{,}855}$

**27.** $\frac{x}{100}\cdot79 + \frac{100-x}{100}\cdot81 = 79{,}9;$

$79x + 8100 - 81x = 7990$

$2x = 110$

$x = 55 \Rightarrow 55\%\ {}^{79}Br;\ 45\%\ {}^{81}Br$

**28.** $\bar{A}_{Cl} = \frac{3}{4}\cdot35 + \frac{1}{4}\cdot37 = 26{,}25 + 9{,}25 = 35{,}5$

$\Rightarrow \boxed{\bar{A}_{Cl} = 35{,}5}$

**29.** Al: grupa 13 (a III-a A); perioada a 3-a

Cs: grupa 1 (I A); perioada a 6-a

Rb: grupa 1 (I A); perioada a 5-a

Fe: grupa 8 (VIII B); perioada a 4-a

Ni: grupa 10 (VIII B); perioada a 4-a

Mg: grupa 2 (II B); perioada a 3-a

Xe: grupa 18 (VIII A); perioada a 5-a

S: grupa 16 (VI A); perioada a 3-a

**30.** a) F; b) Ti; c) Ra; d) C

$$\text{nucleu}_{(+13)}\begin{cases}13p^{+}\\14n\end{cases}$$

**31.** ${}^{27}_{13}E$

înveliș electronic : $13e^{-}_{(-13)}$

$K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-3e^-$, metal, grupa 13 (a III-a A) – $3e^-$ pe ultimul strat, perioada a 3-a – 3 straturi în curs de completare

**32.** grupa 17 (VII A) – $7e^-$ pe ultimul strat,
perioada a 3-a – 3 straturi $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-7e^-$, $Z=17$; nemetal

**33.**

| Element | Simbol chimic | $Z$ | Configurația electronică | Nr. grupei | Nr. perioadei |
|---|---|---|---|---|---|
| Siliciu | $^{28}_{14}Si$ | 14 | $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-4e^-$ | IV A | 3 |
| Neon | $^{20}_{10}Ne$ | 10 | $K-2e^-$ $L-8e^-$ | VIII A | 2 |
| Sodiu | $^{23}_{11}Na$ | 11 | $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-1e^-$ | I A | 3 |
| Carbon | $^{12}_{6}C$ | 6 | $K-2e^-$ $L-4e^-$ | IV A | 2 |
| Oxigen | $^{16}_{8}O$ | 8 | $K-2e^-$ $L-6e^-$ | VI A | 2 |
| Magneziu | $^{24}_{12}Mg$ | 12 | $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-2e^-$ | II A | 3 |
| Beriliu | $^{9}_{4}Be$ | 4 | $K-2e^-$ $L-2e^-$ | II A | 2 |

**34. a)** $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-2e^-$, $Z=12$ metal
**b)** $K-2e^-$ $L-1e^-$, $Z=3$ metal
**c)** $K-2e^-$ $L-8e^-$, $Z=10$ nemetal
**d)** $K-2e^-$ $L-4e^-$, $Z=6$ nemetal

**35. a)** $K-2e^-$ $L-5e^-$; **b)** $K-2e^-$ $L-7e^-$; **c)** $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-3e^-$;
**d)** $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-1e^-$; **e)** $K-2e^-$ $L-8e^-$

**36.**

| Valența față de hidrogen | Simbolul elementului chimic | Valența față de oxigen |
|---|---|---|
| I | S | I |
| II | O | II |
| III | Al | III |
| IV | Na | IV |
| | Ca | V |
| | Ar | VI |
| | C | |
| | F | |
| | P | |



**37.** $_3Li$ $K-2e^-$ $L-1e^-$ grupa 1 (I A); perioada a 2-a; metal; $V_H = V_O = I$
$_7N$ $K-2e^-$ $L-5e^-$ grupa 15 (V A); perioada a 2-a; nemetal;
$V_H = III$; $V_O = III, V$
$_{15}P$ $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-5e^-$ grupa 15 (V A); perioada a 3-a; nemetal;
$V_H = III$; $V_O = III, V$
$_{19}K$ $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-8e^-$ $N-1e^-$ grupa 1 (I A); perioada a 4-a; metal;
$V_H = V_O = I$

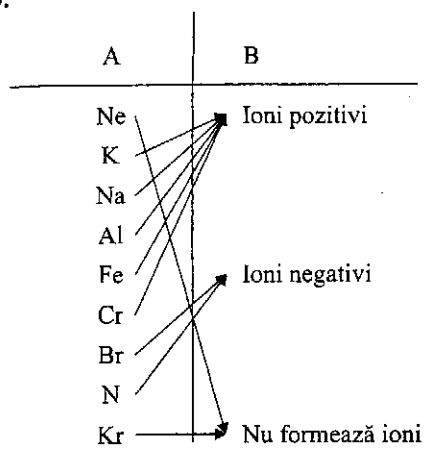
**38.**

| Element | Simb. ch. | Z | A | p | n | $e^-$ | Sarcina nucleară | Sarcina înv. el. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| beriliu | $^{9}_{4}Be$ | 4 | 9 | 4 | 5 | 9 | +4 | –4 |
| clor | $^{35}_{17}Cl$ | 17 | 35 | 17 | 18 | 17 | +17 | –17 |
| argon | $^{40}_{18}Ar$ | 18 | 40 | 18 | 22 | 18 | +18 | –18 |
| bor | $^{11}_{5}B$ | 5 | 11 | 5 | 6 | 5 | +5 | –5 |
| alumini | $^{27}_{13}Al$ | 13 | 27 | 13 | 14 | 13 | +13 | –13 |
| oxigen | $^{16}_{8}O$ | 8 | 16 | 8 | 8 | 8 | +8 | –8 |
| carbon | $^{12}_{6}C$ | 6 | 12 | 6 | 6 | 6 | +6 | –6 |

| Element | Config. electr. | Grupa | Perioada | Valența față de hidrogen | Valența față de oxigen |
|---|---|---|---|---|---|
| beriliu | $K-2e^-$ $L-2e^-$ | II A | 2 | II | II |
| clor | $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-7e^-$ | VII A | 3 | I | I, III, V, VII |
| argon | $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-8e^-$ | VIII A | 3 | 0 | 0 |
| bor | $K-2e^-$ $L-3e^-$ | III A | 2 | III | III |
| alumini | $K-2e^-$ $L-8e^-$ $M-3e^-$ | III A | 3 | III | III |
| oxigen | $K-2e^-$ $L-6e^-$ | VI A | 2 | II | – |
| carbon | $K-2e^-$ $L-4e^-$ | IV A | 2 | IV | II, IV |

**39.** Metalele formează ioni pozitivi: $M \xrightarrow{-ne^-} M^{n+}$
Nemetalele formează ioni negativi: $N \xrightarrow{+ne^-} N^{n-}$

**40.**




**41.** $Li \xrightarrow{-1e^-} Li^+$ Li: metal; +1

$Al \xrightarrow{-3e^-} Al^{3+}$ Al: metal; +3

$\cdot\ddot{N}: \xrightarrow{+3e^-} :\ddot{N}:^{3-}$ N: nemetal; –3

$:\ddot{O}: \xrightarrow{+2e^-} :\ddot{O}:^{2-}$ O: nemetal; –2

$:\ddot{Cl}\cdot \xrightarrow{+1e^-} :\ddot{Cl}:^-$ Cl: nemetal; –1

$Ca: \xrightarrow{-2e^-} Ca^{2+}$ Ca: metal; +2

**42. a)** K – 2e⁻ L – 8e⁻ M – 8e⁻ N – 1e⁻ $E\cdot \xrightarrow{-1e^-} E^+$

**b)** K – 2e⁻ L – 8e⁻ M – 7e⁻ $:\ddot{E}\cdot \xrightarrow{+1e^-} :\ddot{E}:^-$

**c)** K – 2e⁻ L – 6e⁻ $:\ddot{E}: \xrightarrow{+2e^-} :\ddot{E}:^{2-}$

**d)** K – 2e⁻ L – 8e⁻ M – 6e⁻ $\ddot{E}: \xrightarrow{+2e^-} :\ddot{E}:^{2-}$

**43.**

| Simbol | $Cl^-$ | $S^{2-}$ | $Se^{2-}$ | $As^{3-}$ | $Sc^{3+}$ | $Ni^{2+}$ | $P^{3-}$ | $I^-$ | Ne |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| p | 17 | 16 | 34 | 33 | 21 | 28 | 15 | 53 | 10 |
| n | 18 | 16 | 45 | 42 | 23 | 31 | 16 | 74 | 10 |
| $e^-$ | 18 | 18 | 36 | 36 | 18 | 26 | 18 | 54 | 10 |
| sarcina ionului | 1– | 2– | 2– | 3– | 3+ | 2+ | 3– | 1– | 0 |

**44. a)** $E:_{K-2e^-L-8e^-M-2e^-} \xrightarrow{-2e^-} E^{2+}_{K-2e^-L-8e^-}$; Z = 12

**b)** $:\ddot{E}: \xrightarrow{+2e^-} :\ddot{E}:^{2-}$

K – 2e⁻ L – 8e⁻ M – 6e⁻; K – 2e⁻ L – 8e⁻ M – 8e⁻ Z = 16

**45.** Ar (Z = 18) K – 2e⁻ L – 8e⁻ M – 8e⁻; $K^+$; $Ca^{2+}$; $P^{3-}$; $S^{2-}$; $Cl^-$

**46. a)** $Ca\left[+\ \ddot{F}:\ \ddot{F}:\right] \longrightarrow Ca^{2+} + 2:\ddot{F}:^- \xrightarrow{\text{f.e.s.}} Ca^{2+}2:\ddot{F}:^-$ $(CaF_2)$



**b)** $Na\cdot + :\ddot{Cl}: \longrightarrow Na^+ + :\ddot{Cl}:^- \xrightarrow{\text{f.e.s.}} Na^+:\ddot{Cl}:^-$ $(NaCl)$

**c)** $Mg\left[+\ \ddot{O}:\right] \longrightarrow Mg^{2+} + :\ddot{O}:^{2-} \xrightarrow{\text{f.e.s.}} Mg^{2+}:\ddot{O}:^{2-}$ $(MgO)$

**d)** $\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\left[+\ \ddot{S}:\right] \longrightarrow 2K^+ + :\ddot{S}:^{2-} \xrightarrow{\text{f.e.s.}} 2K^+:\ddot{S}:^{2-}$ $(K_2S)$

**47.** Legătură ionică: LiCl, CaO, $MgF_2$

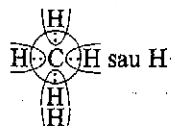
Legătură covalentă nepolară: $N_2$, $H_2$

Legătură covalentă polară: $NH_3$, $CO_2$

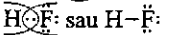
**48.** X: K – 2e⁻ L – 8e⁻ M – 2e⁻

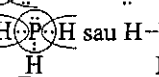
Y: K – 2e⁻ L – 6e⁻

$X\left[+\ \ddot{Y}:\right] \longrightarrow X^{2+} + :\ddot{Y}:^{2-} \xrightarrow{\text{f.e.s.}} X^{2+}:\ddot{Y}:^{2-}$ (XY)

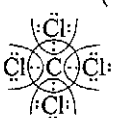
**49.** $\cdot\dot{C}\cdot + 4H\cdot \longrightarrow$  sau $H-\overset{H}{\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-H$ $(CH_4)$

$\cdot\ddot{N}\cdot + 3H\cdot \longrightarrow$ sau $H-\overset{H}{\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{N}}}}-H$ $(NH_3)$

$:\ddot{F}:\cdot + H\cdot \longrightarrow$  sau $H-\ddot{F}:$

$:\ddot{P}\cdot + 3H\cdot \longrightarrow$  sau $H-\overset{H}{\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{P}}}}-H$ $(PH_3)$

$H\cdot + H\cdot \longrightarrow$ sau H – H $(H_2)$

**50. a)** $\cdot\dot{C}\cdot + 4:\ddot{Cl}\cdot \longrightarrow$  sau $Cl-\overset{Cl}{\underset{Cl}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-Cl$ $(CCl_4)$ moleculă nepolară;

C – IV, Cl – I;

**b)** $:\ddot{Cl}\cdot + :\ddot{Cl}\cdot \longrightarrow :\ddot{Cl}:\ddot{Cl}:$ sau $:\ddot{Cl}-\ddot{Cl}:$ $(Cl_2)$ molecula nepolară, Cl – I;

**c)** $H\cdot + \cdot\ddot{F}: \longrightarrow H:\ddot{F}:$ sau $H-\ddot{F}:$ (HF) moleculă polară, H – I, F – I;

**d)** $:\ddot{O}: + :\ddot{O}: \longrightarrow :\ddot{O}::\ddot{O}:$ sau $:\ddot{O}=\ddot{O}:$ $(O_2)$ moleculă nepolară, O – II;

**e)** $\ddot{N}: + \ddot{N}: \longrightarrow \ddot{N}::\ddot{N}$ sau $\ddot{N}\equiv\ddot{N}$ $(N_2)$ moleculă nepolară, N – III;

**f)** $H\cdot + \cdot\ddot{Cl}: \longrightarrow H:\ddot{Cl}:$ sau $H-\ddot{Cl}:$ (HCl) moleculă polară, H – I, Cl – I.

**51.**

| Compus ionic | Moleculă polară | Moleculă nepolară |
|---|---|---|
| LiCl | $NH_3$ | $N_2$ |
| $K_2O$ | $H_2SO_4$ | $P_4$ |
| NaOH | $H_2O$ | $S_8$ |

## Test grilă

**1.** a); b); **2.** d); **3.** a); b); d); **4.** a); c); **5.** b); c); d);
**6.** c;d; 1 mol O.....16g.....$6{,}023\cdot10^{23}$atomi
8g.....x
$x = 3{,}0115\cdot10^{23}$ atomi
**7.** 1 mol O.....16g.....$8\cdot6{,}023\cdot10^{23}e^-$
8g.....x
$x = 24{,}092\cdot10^{23}e^- = 2{,}4092\cdot10^{24}e^- \Rightarrow$ a; b
**8.** c); d); **9.** a); **10.** d); **11.** b); **12.** b); c); **13.** a); c); d); **14.** a); c); **15.** a); b); **16.** a); **17.** c); **18.** b); d); **19.** d); **20.** c).

## 2.2. Calcule pe baza formulelor chimice

**1.** **a)** $Al_2O_3$; **b)** AgCl; **c)** $Fe_2S_3$; **d)** $SO_3$; **e)** $Cu_2O$; **f)** $ZnBr_2$; **g)** $CrCl_3$
**2.** $\overset{I}{Na}\overset{I}{Cl}$; $\overset{II}{Ni}\overset{I}{Cl_2}$; $\overset{II}{Cu}(\overset{II}{SO_4})$; $\overset{II}{Hg}(\overset{I}{NO_3})_2$; $\overset{II}{Zn}(\overset{I}{OH})_2$; $\overset{III}{Cr_2}(\overset{II}{SO_4})_3$; $\overset{III}{Fe_2}\overset{II}{O_3}$;
$\overset{I}{K_2}\overset{II}{CO_3}$
**3.** **a)** $H_2SO_4$; **b)** $HNO_2$; **c)** $FeCl_3$; **d)** $CCl_4$; **e)** $SO_2$; **f)** $NH_4OH$; **g)** $CaF_2$;
**h)** $Na_2CO_3$; **i)** $Al_2S_3$; **g)** BaO.
**4.** **a)** $Na_2S$; **b)** $Mg(OH)_2$; **c)** CaO; **d)** $CO_2$; **e)** AgCl; **f)** $Al_2O_3$.
**5.** **a)** $Mg(NO_3)_2$; Mg : N : O = 1 : 2 : 6
$M_{Mg(NO_3)_2} = A_{Mg} + 2(A_N + 3A_O) = 24 + 2\cdot14 + 6\cdot16 = 148$;
1 mol $Mg(NO_3)_2$ = 148 g
$m_{Mg} : m_N : m_O = 24 : 28 : 96 = 6 : 7 : 24$
**b)** $HClO_4$; H : Cl : O = 1 : 1 : 4
$M_{HClO_4} = A_H + A_{Cl} + 4A_O = 1 + 35{,}5 + 4\cdot16 = 100{,}5$; 1 mol $HClO_4$ = 100,5 g
$m_H : m_{Cl} : m_O = 1 : 35{,}5 : 64$
**c)** $KClO_3$; K : Cl : O = 1 : 1 : 3
$M_{KClO_3} = A_K + A_{Cl} + 3A_O = 39 + 35{,}5 + 3\cdot16 = 122{,}5$; 1 mol $KClO_3$ = 122,5 g
$m_K : m_{Cl} : m_O = 39 : 35{,}5 : 48$
**d)** $Ca(OH)_2$; Ca : O : H = 1 : 2 : 2
$M_{Ca(OH)_2} = A_{Ca} + 2(A_O + A_H) = 40 + 2\cdot16 + 2\cdot1 = 74$; 1 mol $Ca(OH)_2$ = 74 g
$m_{Ca} : m_O : m_H = 40 : 32 : 2 = 20 : 16 : 1$



**e)** $SiCl_4$; Si : Cl = 1 : 4
$M_{SiCl_4} = A_{Si} + 4A_{Cl} = 28 + 4\cdot35{,}5 = 170$; 1 mol $SiCl_4$ = 170 g
$m_{Si} : m_{Cl} = 28 : 142 = 14 : 71$
**f)** $C_2H_5OH$; C : H : O = 2 : 6 : 1
$M_{C_2H_5OH} = 2A_C + 6A_H + A_O = 2\cdot12 + 6\cdot1 + 16 = 46$; 1 mol $C_2H_5OH$ = 46 g
$m_C : m_H : m_O = 24 : 6 : 16 = 12 : 3 : 8$
**6.** **a)** $H_2O$; **b)** $AgNO_3$; **c)** $SO_3$; **d)** $Ba(ClO_3)_2$; **e)** $K_2SO_4$; **f)** $Ca_3(PO_4)_2$
**7.** **a)** H : C : O = 1 : 6 : 24 = 2 : 12 : 48 $\Rightarrow$ $H_2CO_3$
**b)** Ca : H : C : O = 20 : 1 : 12 : 48 = 40 : 2 : 24 : 96 $\Rightarrow$ $Ca(HCO_3)_2$
**c)** Na : P : O = 69 : 31 : 64 $\Rightarrow$ $Na_3PO_4$
**d)** Mg : O : H = 12 : 16 : 1 = 24 : 32 : 2 $\Rightarrow$ $Mg(OH)_2$
**e)** H : Cl : O = 1 : 35,5 : 64 $\Rightarrow$ $HClO_4$
**f)** Fe : Br = 7 : 20 = 56 : 160 $\Rightarrow$ $FeBr_2$
**8.** **a)** $M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40$; 1 mol NaOH = 40 g
**b)** $M_{Br_2} = 2A_{Br} = 2\cdot80 = 160$; 1 mol $Br_2$ = 160 g
**c)** $M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2\cdot1 + 32 + 4\cdot16 = 98$; 1 mol $H_2SO_4$ = 98 g
**d)** $M_{Fe_2O_3} = 2A_{Fe} + 3A_O = 2\cdot56 + 3\cdot16 = 160$; 1 mol $Fe_2O_3$ = 160 g
**e)** $M_{AgNO_3} = A_{Ag} + A_N + 3A_O = 108 + 14 + 3\cdot16 = 170$; 1 mol $AgNO_3$ = 170 g
**f)** $M_{N_2} = 2A_N = 2\cdot14 = 28$; 1 mol $N_2$ = 28 g
**g)** $M_{O_3} = 3A_O = 3\cdot16 = 48$; 1 mol $O_3$ = 48 g
**h)** $M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4\cdot16 = 160$; 1 mol $CuSO_4$ = 160 g
**9.** **a)** $M_{O_2} = 2A_O = 2\cdot16 = 32$; 1 mol $O_2$ = 32 g
$m = \nu\cdot M = 2{,}5\cdot32 = 80$ g $\Rightarrow$ $m_{O_2} = 80$ g
**b)** $M_{I_2} = 2A_I = 2\cdot127 = 254$; 1 mol $I_2$ = 254 g
$m_{I_2} = 5\cdot254 = 1270$ g
$m_{I_2} = 1270$ g
**c)** $M_{HNO_3} = A_H + A_N + 3A_O = 1 + 14 + 3\cdot16 = 63$; 1 kmol $HNO_3$ = 63 kg
$m_{HNO_3} = 0{,}5\cdot63 = 31{,}5$ kg
$m_{HNO_3} = 31{,}5$ kg
**d)** $M_{CaO} = A_{Ca} + A_O = 40 + 16 = 56$; 1 kmol CaO = 56 kg
$m_{CaO} = 3\cdot56 = 168$ kg
$m_{CaO} = 168$ kg
**e)** $M_{Na_2CO_3} = 2A_{Na} + A_C + 3A_O = 2\cdot23 + 12 + 3\cdot16 = 106 \Rightarrow$
$\Rightarrow$ 1 mol $Na_2CO_3$ = 106 g; $m_{Na_2CO_3} = 1060$ g

**10. a)** $M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1 \text{ mol } CaCO_3 = 100 \text{ g}$

$\nu_{CaCO_3} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ moli}$

**b)** $M_{MgCl_2} = A_{Mg} + 2A_{Cl} = 24 + 2 \cdot 35,5 = 95 \Rightarrow 1 \text{ mol } MgCl_2 = 95 \text{ g}$

$\nu_{MgCl_2} = \frac{19}{95} = 0,2 \text{ moli}$

**c)** $M_{Br_2} = 2A_{Br} = 2 \cdot 80 = 160 \Rightarrow 1 \text{ mol } Br_2 = 160 \text{ g}$

$\nu_{Br_2} = \frac{80}{160} = 0,5 \text{ moli}$

**d)** $M_{Ca(OH)_2} = A_{Ca} + 2(A_O + A_H) = 40 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1 = 74 \Rightarrow$

$\Rightarrow 1 \text{ mol } Ca(OH)_2 = 74 \text{ g}; \ \nu_{Ca(OH)_2} = \frac{37}{74} = 0,5 \text{ moli}$

**e)** $M_{CH_4} = A_C + 4A_H = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \Rightarrow 1 \text{ kmol } CH_4 = 16 \text{ kg}$

$\nu_{CH_4} = \frac{40}{16} = 2,5 \text{ kmoli}$

**11. a)** 1 mol $NH_3$ ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule ..... $4 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi

1,5 moli ..... x ..... y

$\Rightarrow x = 9,0345 \cdot 10^{23}$ molecule $NH_3$ ; $y = 36,138 \cdot 10^{23}$ atomi

**b)** $M_{CO} = A_C + A_O = 12 + 16 = 28 \Rightarrow 1 \text{ mol } CO = 28 \text{ g}$

$\nu_{CO} = \frac{14}{28} = 0,5 \text{ moli}$

1 mol CO ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi

0,5 moli CO ..... x ..... y

$\Rightarrow x = 3,0115 \cdot 10^{23}$ molecule CO; $y = 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi

**c)** $M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \text{ g}$

$\nu_{H_2SO_4} = \frac{19,6 \cdot 10^3}{98} = 200 \text{ moli}$

1 mol $H_2SO_4$ ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule ..... $7 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi

200 moli $H_2SO_4$ ..... x ..... y

$\Rightarrow x = 12,046 \cdot 10^{25}$ molecule $H_2SO_4$; $y = 8,4322 \cdot 10^{26}$ atomi

**d)** $M_{SO_3} = A_S + 3A_O = 32 + 3 \cdot 16 = 80 \Rightarrow 1 \text{ mol } SO_3 = 80 \text{ g}$

$\nu_{SO_3} = \frac{80 \cdot 10^3}{80} = 10^3 \text{ moli}$

1 mol $SO_3$ ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule ..... $4 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi

$10^3$ moli $SO_3$ ..... x ..... y

$\Rightarrow x = 6,023 \cdot 10^{26}$ molecule $SO_3$; $y = 24,092 \cdot 10^{26}$ atomi

**e)** 1 mol He ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi

$2 \cdot 10^3$ moli He ..... x ..... y

$\Rightarrow x = y = 12,046 \cdot 10^{26}$



**12. a)** 1 mol $Fe_3O_4$ ..... $4 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

2 moli ..... x

$\Rightarrow x = 48,184 \cdot 10^{23}$ atomi O

**b)** $M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \Rightarrow 1 \text{ mol } CO_2 = 44 \text{ g}$

$\nu_{CO_2} = \frac{11}{44} = 0,25 \text{ moli}$

1 mol $CO_2$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

0,25 moli $CO_2$ ..... x

$\Rightarrow x = 3,0115 \cdot 10^{23}$ atomi O

**c)** $M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2O = 18 \text{ g}$

$\nu_{H_2O} = \frac{3,6 \cdot 10^3}{18} = 200 \text{ moli}$

1 mol $H_2O$ ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

200 moli $H_2O$ ..... x

$\Rightarrow x = 12,046 \cdot 10^{25}$ atomi O

**d)** $M_{CaO} = A_{Ca} + A_O = 40 + 16 = 56 \Rightarrow 1 \text{ mol } CaO = 56 \text{ g}$

$\nu_{CaO} = \frac{11,2 \cdot 10^3}{56} = 200 \text{ moli}$

1 mol CaO ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

200 moli ..... x

$\Rightarrow x = 12,046 \cdot 10^{25}$ atomi O

**e)** $M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \text{ g}$

$\nu_{H_2SO_4} = \frac{28,8}{98} = 0,29 \text{ moli}$

1 mol $H_2SO_4$ ..... $4 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

0,29 moli $H_2SO_4$ ..... x

$\Rightarrow x = 7,08 \cdot 10^{23}$ atomi O

**f)** $M_{(NH_4)_2CO_3} = 2A_N + 8A_H + A_C + 3A_O = 2 \cdot 14 + 8 \cdot 1 + 12 + 3 \cdot 16 = 96 \Rightarrow$

$\Rightarrow 1 \text{ mol } (NH_4)_2CO_3 = 96 \text{ g}; \ \nu_{(NH_4)_2CO_3} = \frac{9,6}{96} = 0,1 \text{ moli}$

1 mol $(NH_4)_2CO_3$ ..... $3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

0,1 moli ..... .....x

$\Rightarrow x = 1,8069 \cdot 10^{23}$ atomi O

**g)** 1 mol NaOH ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

7000 moli NaOH ..... x

$\Rightarrow x = 42,161 \cdot 10^{26}$ atomi O

**h)** 1 mol $AgNO_3$ ..... $3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

0,5 moli $AgNO_3$ ..... x

$\Rightarrow x = 9,0345 \cdot 10^{23}$ atomi O

**13. a)** $M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \text{ g}$

98 g $H_2SO_4$ ..... 32 g S

x ..... 16 g S

$\Rightarrow x = \frac{98 \cdot 16}{32} = 49$ g $H_2SO_4$

**b)** 98 g $H_2SO_4$ ..... 64 g O

y ..... 16 g O

$\Rightarrow y = \frac{98 \cdot 16}{64} = 24,5$ $H_2SO_4$

**c)** 98 g $H_2SO_4$ ..... $4 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

z ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

$\Rightarrow z = 24,5$ g $H_2SO_4$

**d)** 98 g $H_2SO_4$ ..... 2 g H

t ..... 1000 g H

$\Rightarrow t = 49000$ g $= 49$ kg $H_2SO_4$

**14. a)** $M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

18 g $H_2O$ ..... 2 g H

36 g $H_2O$ ..... x

$\Rightarrow x = \frac{36 \cdot 2}{18} = 4$ H

**b)** $M_{NH_3} = A_N + 3A_H = 14 + 3 \cdot 1 = 17 \Rightarrow 1$ kmol $NH_3 = 17$ kg

17 kg $NH_3$ ..... 3 kg H

3,4 kg $NH_3$ ..... x

$\Rightarrow x = 0,6$ kg H

**c)** 1 mol HCl ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule HCl ..... 1 g H

$6,023 \cdot 10^{22}$ molecule HCl ..... x

$\Rightarrow x = 0,1$ g H

**d)** 1 mol NaOH ..... 1 g H

2 moli NaOH ..... x $\Rightarrow x = 2$ g H

**e)** 1 mol $H_2SO_4$ ..... 2 g H

100 moli $H_2SO_4$ ..... x $\Rightarrow x = 200$ g H

**15. a)** $M_{Na_2CO_3} = 2A_{Na} + A_C + 3A_O = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 46 + 12 + 48 = 106$;

$\Rightarrow 1$ mol $Na_2CO_3 = 106$ g

106 g $Na_2CO_3$ ..... 46 g Na ..... 12 g C ..... 48 g O

100 g $Na_2CO_3$ ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = \frac{46 \cdot 100}{106} = 43,40\%$ Na; $p_2 = \frac{12 \cdot 100}{106} = 11,32\%$ C; $p_3 = 45,28\%$ O

**b)** $M_{CCl_4} = A_C + 4A_{Cl} = 12 + 4 \cdot 35,5 = 12 + 142 = 154 \Rightarrow 1$ mol $CCl_4 = 154$ g

154 g $CCl_4$ ..... 12 g C ..... 142 g Cl

100 g $CCl_4$ ..... $p_1$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_1 = \frac{12 \cdot 100}{154} = 7,79\%$ C; $p_2 = \frac{142 \cdot 100}{154} = 92,21\%$ Cl

**c)** $M_{BaCl_2} = A_{Ba} + 2A_{Cl} = 137 + 2 \cdot 35,5 = 137 + 71 = 208 \Rightarrow 1$ mol $BaCl_2 = 208$ g

208 g $BaCl_2$ ..... 137 g Ba ..... 71 g Cl

100 g $BaCl_2$ ..... $p_1$ ..... $p_2$



$\Rightarrow p_1 = \frac{137 \cdot 100}{208} = 65,87\%$ Ba; $p_2 = \frac{71 \cdot 100}{208} = 34,13\%$ Cl

**d)** $M_{H_2CO_3} = 2A_H + A_C + 3A_O = 2 \cdot 1 + 12 + 3 \cdot 16 = 2 + 12 + 48 = 62$

$\Rightarrow 1$ mol $H_2CO_3 = 62$ g

62 g $H_2CO_3$ ..... 2 g H ..... 12 g C ..... 48 g O

100 g $H_2CO_3$ ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = \frac{2 \cdot 100}{62} = 3,23\%$ H; $p_2 = \frac{12 \cdot 100}{62} = 19,35\%$ C; $p_3 = \frac{48 \cdot 100}{62} = 77,42\%$ O

**e)** $M_{Al(OH)_3} = A_{Al} + 3A_O + 3A_H = 27 + 3 \cdot 16 + 3 \cdot 1 = 78 \Rightarrow 1$ mol $Al(OH)_3 = 78$ g

78 g $Al(OH)_3$ ..... 27 g Al ..... 48 g O ..... 3 g H

100 g $Al(OH)_3$ ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = \frac{27 \cdot 100}{78} = 34,62\%$ Al; $p_2 = \frac{48 \cdot 100}{78} = 61,54\%$ O;

$p_3 = \frac{3 \cdot 100}{78} = 3,84\%$ H

**f)** $M_{(NH_4)_2SO_4} = 2A_N + 8A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 14 + 8 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 =$

$= 28 + 8 + 32 + 64 = 132 \Rightarrow 1$ mol $(NH_4)_2SO_4 = 132$ g

132 g $(NH_4)_2SO_4$ ..... 28 g N ..... 8 g H ..... 32 g S ..... 64 g O

100 g $(NH_4)_2SO_4$ ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$ ..... $p_4$

$\Rightarrow p_1 = \frac{28 \cdot 100}{132} = 21,21\%$ N; $p_2 = \frac{100 \cdot 8}{132} = 6,06\%$ H;

$p_3 = \frac{32 \cdot 100}{132} = 24,24\%$ S; $p_4 = 48,48\%$ O

**16.** 100 g substanță ..... 25 g H ..... 75 g C

16 g substanță ..... x ..... y

$\Rightarrow x = 4$ g H; $y = 12$ g C $\Rightarrow CH_4$

**17.** %O = 100 – (40 + 20) = 40

100 g compus A ..... 40 g Cu ..... 20 g S ..... 40 g O

160 g compus A ..... x ..... y ..... z

$\Rightarrow x = 64$ g Cu; $y = 32$ g S; $z = 64$ g O $\Rightarrow CuSO_4$

**18.** %O = 100 – (1,59 + 22,22) = 76,19

| | | |
|---|---|---|
| $H: \frac{1,59}{1} = 1,59$ | | 1 |
| $N: \frac{22,22}{14} = 1,59$ | :1,59 | 1 $\Rightarrow HNO_3$ acid azotic |
| $O: \frac{76,19}{16} = 4,76$ | | 3 |

**19.** 100 g sodă caustică ..... 57,5 g Na ..... 40 g O ..... 2,5 g H

40 g sodă caustică ..... x ..... y ..... z

$\Rightarrow x = \frac{40 \cdot 57,5}{100} = 23$ g Na; $y = \frac{40 \cdot 40}{100} = 16$ g O; $z = \frac{2,5 \cdot 40}{100} = 1$ g H

$\Rightarrow$ NaOH; hidroxid de sodiu

**20. a)** $M_{NH_4NO_3} = 2A_N + 4A_H + 3A_O = 2 \cdot 14 + 4 \cdot 1 + 3 \cdot 16 = 28 + 4 + 48 = 80$

$\Rightarrow$ 1 mol $NH_4NO_3$ = 80 g

**b)** N : H : O = 2 : 4 : 3; $m_N : m_H : m_O = 28 : 4 : 48 = 7 : 1 : 12$

**c)** 20 părți $NH_4NO_3$ ..... 7 părți N ..... 1 parte H ..... 12 părți O

100 părți $NH_4NO_3$ ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = \frac{7 \cdot 100}{20} = 35\%$ N; $p_2 = \frac{1 \cdot 100}{20} = 5\%$ H; $p_3 = \frac{12 \cdot 100}{20} = 60\%$ O.

80 g $NH_4NO_3$ ..... 28 g N ..... 4 g H ..... 48 g O

100 g $NH_4NO_3$ ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = \frac{28 \cdot 100}{80} = 35\%$ N; $p_2 = \frac{4 \cdot 100}{80} = 5\%$ H; $p_3 = \frac{48 \cdot 100}{80} = 60\%$ O

**d)** $\nu = \frac{m}{M} = \frac{16}{80} = 0,2$ moli

**e)** $m = \nu \cdot M = 2 \cdot 80 = 160$ kg

**f)** 80 g $NH_4NO_3$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi N

3,2 g $NH_4NO_3$ ..... x

$\Rightarrow x = \frac{3,2 \cdot 2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{80} = 0,48184 \cdot 10^{23}$ atomi N $= 4,8184 \cdot 10^{22}$ atomi N

**21. a)** $\nu_{Na} = \frac{46}{23} = 2$ moli

Na(Z = 11) $\Rightarrow 11e^-$

1 mol Na ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi ..... $11 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$

2 moli Na ..... x

$\Rightarrow x = 2 \cdot 11 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 132,506 \cdot 10^{23}$ $e^-$

**b)** F(Z = 9) $\Rightarrow 9e^-$

1 mol $F_2$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi ..... $2 \cdot 9 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$

2 moli $F_2$ ..... x

$\Rightarrow x = 2 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 216,828 \cdot 10^{23}$ $e^-$

**c)** $\nu_{Ne}$ = 1 kmol

Ne(Z = 10) $\Rightarrow 10e^-$

1 mol Ne ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi ..... $10 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$

$10^3$ moli Ne ..... x

$\Rightarrow x = 6,023 \cdot 10^{27}$ $e^-$

**22. a)** $\nu_C = \frac{12}{12} = 1$ mol; $^{12}_{6}C \Rightarrow 6p^+; 6n$

1 mol C ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi ..... $6 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ n $= 36,138 \cdot 10^{23}$ n

**b)** $^{1}_{1}H \Rightarrow 1\ p^+; 0n$; 1 mol $H_2$ ..... 0n

**c)** $M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32$; 1 mol $O_2$ = 32 g



$\nu_{O_2} = \frac{2000}{32} = 62,5$ moli; $^{16}_{8}O \Rightarrow 8p^+, 8n$

1 mol $O_2$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi ..... $2 \cdot 8 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ n

62,5 moli $O_2$ ..... x

$\Rightarrow x = 62,5 \cdot 16 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 6,023 \cdot 10^{26}$ n

**d)** $^{14}_{7}N \Rightarrow 7p^+; 7n$

1 mol $N_2$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi N ..... $7 \cdot 2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ n

$0,5 \cdot 10^3$ moli $N_2$ ..... x

$\Rightarrow x = 0,5 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 6,023 \cdot 10^{26} = 42,161 \cdot 10^{26}$ n.

**23. a)** $AD_3$; b) AG; c) $G_2B_3$; d) $D_2$; e) E; f) FD

**24.** $PCl_x$; $M_{PCl_x} = 31 + 35,5x$

31 g P ..... 35,5 x g Cl

31 g P ..... 177,5 g Cl

$\Rightarrow x = \frac{177,5 \cdot 31}{31 \cdot 35,5} = 5 \Rightarrow PCl_5$

$PCl_y$; $M_{PCl_y} = 31 + 31,5y$

31 g P ..... 35,5 y g Cl

31 g P ..... 106,5 g Cl

$\Rightarrow y = \frac{106,5 \cdot 31}{31 \cdot 35,5} = 3 \Rightarrow PCl_3$

**25.** gr. a VI- a A, per. a 2-a $K - 2e^-$ $L - 6e^-$; O

C : O = 3 : 4 = 12 : 16 CO

C : O = 3 : 8 = 12 : 32 $CO_2$

**26.** $M_{MCl_3} = A_M + 3A_{Cl} = A_M + 3 \cdot 35,5 = A_M + 106,5$; $M_{MCl_3} = 162,5$

$\Rightarrow A_M + 106,5 = 162,5 \Rightarrow A_M = 56 \Rightarrow$ Fe

**27.** $Na_2SO_x$ $M_{Na_2SO_x} = 2A_{Na} + A_S + xA_O = 2 \cdot 23 + 32 + 16x = 78 + 16x$;

1 mol $Na_2SO_4 = (78 + 16x)$ g

100 g $Na_2SO_x$ ..... 45,07 g O

(78 + 16x)g $Na_2SO_x$ ..... 16x g O

$\Rightarrow 3515,46 + 721,12x = 1600x$

$878,88x = 3515,46 \Rightarrow x = 4 \Rightarrow Na_2SO_4$

**28.** AgCl; AgBr; 60,94% Ag

x = %AgCl, y = %AgBr, a = %Cl, b = %Br

a + b = 100 – 60,94 = 39,06

$M_{AgCl} = A_{Ag} + A_{Cl} = 108 + 35,5 = 143,5 \Rightarrow$ 1 mol AgCl = 143,5 g

$M_{AgBr} = A_{Ag} + A_{Br} = 108 + 80 = 188 \Rightarrow$ 1 mol AgBr = 188 g

143,5 g AgCl ..... 35,5 g Cl

x g AgCl ..... a g Cl

$\Rightarrow x = \frac{143,5a}{35,5}$

188 g AgBr ..... 80 g Br

y g AgBr ..... b g Br

$\Rightarrow y = \frac{188b}{80}$

$$\begin{cases} x + y = 100 \\ a + b = 39,06 \\ x = \frac{143,5a}{35,5} \\ y = \frac{188b}{80} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{143,5a}{35,5} + \frac{188b}{80} = 100 \\ a + b = 39,06 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ a = 4,85% Cl; b = 34,21% Br

**29.** $MCl_3$; $A_{MCl_3} = A_M + 3A_{Cl} = A_M + 106,5$

32,5 g $MCl_3$ ..... 11,2 g M

($A_M$ + 106,5 g) $MCl_3$ ..... $A_M$ g

$\Rightarrow 32,5A_M = 11,2\ A_M + 1192,8 \Rightarrow 21,3A_M = 1192,8 \Rightarrow A_M = 56 \Rightarrow$ Fe

**30.** $M_{MO} = A_M + A_O = A_M + 16$

0,32 g M ..... 0,4 g oxid

$A_M$ g ..... ($A_M$ + 16) g oxid

$\Rightarrow 0,32A_M + 5,12 = 0,4\ A_M \Rightarrow A_M = 64$; Cu şi CuO

**31.** $M_{SO_x} = A_S + xA_O = 32 + 16x$

0,4 g oxid ..... 0,16 g S

(32 + 16x) g oxid ..... 32 g S

$\Rightarrow 0,16(32 + 16x) = 0,4 \cdot 32 \Rightarrow x = 3 \Rightarrow SO_3$

**32. a)** $A_{K-2e^-L-8e^-M-1e^-} \xrightarrow{-1e^-} A^+_{K-2e^-L-8e^-}$

A = Na $\rightarrow$ metal; caracter electropozitiv

$B_{K-2e^-L-8e^-M-6e^-} \xrightarrow{+2e^-} B^{2-}_{K-2e^-L-8e^-}$

B = S $\rightarrow$ nemetal; caracter electronegativ

**b)** $A_2B(Na_2S)$

**c)** $M_{Na_2S} = 2A_{Na} + A_S = 2 \cdot 23 + 32 = 78$; 1 mol $Na_2S$ = 78 g

$\nu_{Na_2S} = \frac{15,6}{78} = 0,2$ moli

1 mol $Na_2S$ ..... $3 \cdot 6;023 \cdot 10^{23}$ ioni

0,2 moli $Na_2S$ ..... x $\Rightarrow x = 3,6138 \cdot 10^{23}$ ioni

**33. a)** $M_{CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O} = M_{CaSO_4} + \frac{1}{2}M_{H_2O} = A_{Ca} + A_S + 4A_O + \frac{1}{2}(2A_H + A_O) =$

$= 40 + 32 + 4 \cdot 16 + \frac{1}{2}(2 \cdot 1 + 16) = 136 + \frac{1}{2} \cdot 18 = 145$

$\Rightarrow$ 1 mol $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O = 145$ g

**b)** $M_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = M_{CuSO_4} + 5M_{H_2O} = A_{Cu} + A_S + 4A_O + 5(2A_H + A_O) =$



$64 + 32 + 4 \cdot 16 + 5(2 \cdot 1 + 16) = 160 + 90 = 250$

$\Rightarrow$ 1 mol $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ = 250 g

**c)** $M_{MgSO_4 \cdot 7H_2O} = M_{MgSO_4} + 7M_{H_2O} =$

$A_{Mg} + A_S + 4A_O + 7(2A_H + A_O) = 24 + 32 + 4 \cdot 16 + 7(2 \cdot 1 + 16) = 246$

$\Rightarrow$ 1 mol $MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$ = 246 g

**d)** $M_{Na_2CO_3 \cdot 10H_2O} = M_{Na_2CO_3} + 10M_{H_2O} = 2A_{Na} + A_C + 3A_O + 10(2A_H + A_O) =$

$= 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 + 10(2 \cdot 1 + 16) = 106 + 180 = 286$

$\Rightarrow$ 1 mol $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ = 286 g

**34.** $M_{Na_2SO_4} = 2A_{Na} + A_S + 4A_O = 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16 = 142$

$\Rightarrow$ 1 mol $Na_2SO_4$ = 142 g

$M_{Na_2SO_4 \cdot xH_2O} = M_{Na_2SO_4} + xM_{H_2O} = 142 + 18x$

1 mol $Na_2SO_4 \cdot xH_2O$ = (142 + 18x) g

15 g $Na_2SO_4 \cdot x\ H_2O$ ..... 8,39 g $H_2O$

(142 + 18x) g $Na_2SO_4$ ..... 18x g $H_2O$

$\Rightarrow 15 \cdot 18x = 8,39(142 + 18x) \Rightarrow x = 10$

**35.** $m_{H_2O} = 0,36$ g

$M_{BaCl_2 \cdot xH_2O} = M_{BaCl_2} + xM_{H_2O} = A_{Ba} + 2A_{Cl} + x(2A_H + A_O) =$

$137 + 2 \cdot 35,5 + 18x = 208 + 18x$

1 mol $BaCl_2 \cdot x\ H_2O$ = (208 + 18x) g

2,44 g $BaCl_2 \cdot x\ H_2O$ ..... 0,36 g $H_2O$

(208 + 18x)g $BaCl_2 \cdot x\ H_2O$ ..... 18x g $H_2O$

$\Rightarrow 2,44 \cdot 18x = 0,36(208 + 18x) \Rightarrow x = 2 \Rightarrow BaCl_2 \cdot 2\ H_2O$

**36.** $M_{CaSO_4 \cdot xH_2O} = M_{CaSO_4} + xM_{H_2O} = A_{Ca} + A_S + 4A_O + x(2A_H + A_O) =$

$40 + 32 + 4 \cdot 16 + 18x = 136 + 18x$

1 mol $CaSO_4 \cdot xH_2O$ = (136 + 18x) g

100 g $CaSO_4 \cdot xH_2O$ ..... 27,59 g Ca

(136 + 18x)g $CaSO_4 \cdot xH_2O$ ..... 40 g Ca

$\Rightarrow 27,59(136 + 18x) = 4000 \Rightarrow x = 0,5 \Rightarrow CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$

**37. a)** $M_{KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O} = M_{KCl} + M_{MgCl_2} + 6M_{H_2O}$

$M_{KCl} = A_K + A_{Cl} = 39 + 35,5 = 74,5$

$M_{MgCl_2} = A_{Mg} + 2A_{Cl} = 24 + 2 \cdot 35,5 = 95$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18$

$M_{KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O} = 74,5 + 95 + 6 \cdot 18 = 277,5$

1 mol $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6\ H_2O$ = 277,5 g

277,5 g carnalit .... 39 g K ... 24 g Mg ..... 106,5 g Cl ..... 12 g H.....96 g O

100 g carnalit ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$..... $p_4$..... $p_5$

$\Rightarrow p_1 = 14,05\%$ K; $p_2 = 8,65\%$ Mg; $p_3 = 38,38\%$ Cl;

$p_4 = 4,32\%$ H; $p_5 = 34,60\%$ O.

**b)** $M_{KCl} = 74,5$

$M_{MgSO_4} = A_{Mg} + A_S + 4A_O = 24 + 32 + 4 \cdot 16 = 120$

$M_{H_2O} = 18$

$M_{KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O} = M_{KCl} + M_{MgSO_4} + 3M_{H_2O} = 74,5 + 120 + 3 \cdot 18 = 248,5$

$\Rightarrow$ 1 mol $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3\ H_2O = 248,5$ g

248,5 g cainit ... 39 g K ... 24 g Mg ... 35,5 g Cl ... 32 g S ... 6 g H ... 112 g O

100 g cainit ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$ ..... $p_4$ ..... $p_5$ ..... $p_6$

$\Rightarrow p_1 = 15,69\%$ K; $p_2 = 9,66\%$ Mg; $p_3 = 14,29\%$ Cl;

$p_4 = 12,88\%$ S; $p_5 = 2,41\%$ H; $p_6 = 45,07\%$ O .

c) $M_{MgO} = A_{Mg} + A_O = 24 + 16 = 40$

$M_{SiO_2} = A_{Si} + 2A_O = 28 + 2 \cdot 16 = 60$

$M_{H_2O} = 18$

$M_{3\,MgO \cdot 4\,SiO_2 \cdot H_2O} = 3M_{MgO} + 4M_{SiO_2} + M_{H_2O} = 3 \cdot 40 + 4 \cdot 60 + 18 = 378$

$\Rightarrow$ 1 mol talc = 378 g

378 g talc ..... 72 g Mg ..... 112 g Si ..... 192 g O ..... 2 g H

100 g talc ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$ ..... $p_4$

$\Rightarrow p_1 = 19,05\%$ Mg; $p_2 = 29,63\%$ Si; $p_3 = 50,8\%$ O; $p_4 = 0,53\%$ H.

d) $M_{Na_2CO_3} = 2A_{Na} + A_C + 3A_O = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106$

$M_{H_2O} = 18$

$M_{Na_2CO_3 \cdot 10H_2O} = 106 + 10 \cdot 18 = 106 + 180 = 286 \Rightarrow$ 1 mol sodă cristalizată = 286 g

286 g sodă cristalizată ..... 46 g Na..... 12 g C ..... 208 g O ..... 20 g H

100 g sodă cristalizată..... $p_1$ ..... $p_2$..... $p_3$ ..... $p_4$

$\Rightarrow p_1 = 16,08\%$ Na; $p_2 = 4,2\%$ C; $p_3 = 72,73\%$ O; $p_4 = 7\%$ H.

**38. a)** $M_{MgO} = A_{Mg} + A_O = 24 + 16 = 40 \Rightarrow$ 1 mol MgO = 40 g

$M_{SiO_2} = A_{Si} + 2A_O = 28 + 2 \cdot 16 = 60 \Rightarrow$ 1 mol $SiO_2$ = 40 g

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow$ 1 mol $H_2O$ = 18 g

$$\left.\begin{array}{l} MgO : \dfrac{27,16}{40} = 0,679 \\ SiO_2 = \dfrac{60,7}{60} = 1,012 \\ H_2O : \dfrac{12,14}{18} = 0,67 \end{array}\right| : 0,67 \left|\begin{array}{c} 1 \\ 1,5 \\ 1 \end{array}\right| \times 2 \left|\begin{array}{c} 2 \\ 3 \\ 2 \end{array}\right. \Rightarrow 2\ MgO \cdot 3\ SiO_2 \cdot 2\ H_2O$$

**b)** $M_{ZnSO_4} = A_{Zn} + A_S + 4A_O = 65 + 32 + 4 \cdot 16 = 161 \Rightarrow$ 1 mol $ZnSO_4$ = 161 g

$M_{H_2O} = 18 \Rightarrow$ 1 mol $H_2O$ = 18

$$\left.\begin{array}{l} ZnSO_4 : \dfrac{56,17}{161} = 0,35 \\ H_2O : \dfrac{43,86}{18} = 2,43 \end{array}\right| : 0,35 \left|\begin{array}{c} 1 \\ 7 \end{array}\right. \Rightarrow ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$$



**c)** $M_{BaCl_2} = A_{Ba} + 2A_{Cl} = 137 + 2 \cdot 35,5 = 208 \Rightarrow$ 1 mol $BaCl_2$ = 208 g

$M_{H_2O} = 18 \Rightarrow$ 1 mol $H_2O$ = 18

$$\left.\begin{array}{l} BaCl_2 : \dfrac{85,24}{208} = 0,41 \\ H_2O : \dfrac{14,76}{18} = 0,82 \end{array}\right| : 0,41 \left|\begin{array}{c} 1 \\ 2 \end{array}\right.$$

$\Rightarrow BaCl_2 \cdot 2\ H_2O$

**39.** $M_{KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O} = 277,5 \Rightarrow$ 1 mol carnalit = 277,5 g

$\nu_{carnalit} = \dfrac{12,065}{277,5} = 0,043$ moli

1 mol carnalit ..... 6 moli $H_2O$ ..... $6 \cdot 6.023 \cdot 10^{23}$ molecule $H_2O$

0,043 moli carnalit ..... x ..... y

$\Rightarrow$ x = 0,258 moli $H_2O$; $y = 1,554 \cdot 10^{23}$ molecule $H_2O$

**b)** $M_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = 250$ g/mol $\Rightarrow \nu_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = \dfrac{5}{250} = 0,02$ moli

1 mol $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ ..... 5 moli $H_2O$ ..... $5 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ molecule $H_2O$

0,02 moli $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ ..... x ..... y

$\Rightarrow$ x = 0,1 moli $H_2O$; $y = 6,023 \cdot 10^{22}$ molecule $H_2O$

**c)** $M_{Na_2CO_3 \cdot 10H_2O} = 286 \Rightarrow$ 1 mol $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ = 286 g

$\nu_{Na_2CO_3 \cdot 10H_2O} = \dfrac{14300}{286} = 50$ moli

1 mol $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ ..... 10 moli $H_2O$ ..... $10 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ molecule $H_2O$

50 moli $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ ..... x ..... y

$\Rightarrow$ x = 500 moli $H_2O$; $y = 3,0115 \cdot 10^{26}$ molecule $H_2O$.

**40.** $CaCl_2 \cdot x\ H_2O$

$M_{CaCl_2 \cdot x\,H_2O} = M_{CaCl_2} + x\,M_{H_2O} = 111 + 18x$

$m_{H_2O} = \dfrac{49,32}{100}(111 + 18x) = 54,74 + 8,8776x = 18x$

$\Rightarrow x = 6 \Rightarrow CaCl_2 \cdot 6\ H_2O$

**41.** $FeSO_4 \cdot x\ H_2O$

$M_{FeSO_4 \cdot x\,H_2O} = M_{FeSO_4} + x\,M_{H_2O} = 152 + 18x$

% $FeSO_4 = 100 - 45,32 = 54,68$

100 g $FeSO_4 \cdot x\ H_2O$ ..... 54,68 g $FeSO_4$ ..... 45,32 g $H_2O$

(152 + 18x) g $FeSO_4 \cdot x\ H_2O$ ... .....152 g $FeSO_4$ .....18x g $H_2O$

$\Rightarrow x = 7 \Rightarrow FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$

**42. a)** %O = 100 – (19,51 + 39,96 + 4,5) = 36,03

$$\left.\begin{array}{l} Cr: \dfrac{19,51}{52} = 0,375 \\ Cl: \dfrac{39,96}{35,5} = 1,125 \\ H: \dfrac{4,5}{1} = 4,5 \\ O: \dfrac{36,03}{16} = 2,25 \end{array}\right| :0,375 \left|\begin{array}{c} 1 \\ 3 \\ 12 \\ 6 \end{array}\right| \Rightarrow CrCl_3 \cdot 6\,H_2O$$

**b)** %O = 100 – (24,79 + 29,83 + 5,04) = 40,34

$$\left.\begin{array}{l} Co: \dfrac{24,79}{59} = 0,42 \\ Cl: \dfrac{29,83}{35,5} = 0,84 \\ H: \dfrac{5,04}{1} = 5,04 \\ O: \dfrac{40,34}{16} = 2,52 \end{array}\right| :0,42 \left|\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 12 \\ 6 \end{array}\right| \Rightarrow CoCl_2 \cdot 6\,H_2O$$

## 2.3. Probleme propuse

**9. A) a)** 98; **b)** 40; **c)** 56; **d)** 170; **B) a)** 6,531 g; **b)** 4 g; **c)** 2,86 g; **d)** 2,82 g;
**10. a)** 71 g; **b)** 71 g; **c)** 28,4 kg; **d)** 35,5 g.
**11. a)** $SO_2$; **b)** NaOH; **c)** $NaHCO_3$; **d)** $NH_4NO_3$.
**12. f)** $12,046 \cdot 10^{23}$; $18,069 \cdot 10^{23}$; **i)** 56; **j)** 42,86% B; 57,14% A; **k)** $3,0115 \cdot 10^{22}$; **l)** 2,8 g.
**13. a)** $48,184 \cdot 10^{23}\,p$; $48,184 \cdot 10^{23}\,n$; **b)** $60,23 \cdot 10^{23}\,p$; $60,23 \cdot 10^{23}\,n$;
**c)** $1,024 \cdot 10^{29}\,p$; $1,084 \cdot 10^{29}\,n$; **d)** $31,3196 \cdot 10^{26}\,p$; $36,138 \cdot 10^{26}\,n$.
**14. a)** $3,6138 \cdot 10^{23}$; **b)** $18,069 \cdot 10^{26}$; **c)** $12,046 \cdot 10^{26}$.
**15. a)** $12,046 \cdot 10^{22}$; **b)** $3,0115 \cdot 10^{25}$; **c)** $30,115 \cdot 10^{26}$; **d)** $24,092 \cdot 10^{23}$.
**16.** $CoCl_2 \cdot 6H_2O$.
**17.** $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.



# Cap 3. Reacții chimice. Legea conservării masei. Calcule chimice

## 3.1. Clasificarea substanțelor. Ecuații ale reacțiilor chimice

**1.**

| Substanțe simple | | Substanțe compuse | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nemetale | Metale | Oxizi | Acizi | Baze | Săruri |
| $H_2$ | Ni | $SO_2$ | $H_2SO_4$ | KOH | $AgNO_3$ |
| | | $CO_2$ | | | $Li_2SO_4$ |
| | | $Fe_2O_3$ | | | |

**2.** $Ca^{II}O^{II}$ – oxid de calciu; $Si^{IV}O_2^{II}$ – dioxid de siliciu; $C^{IV}O_2^{II}$ – dioxid de carbon; $K_2^{I}O^{II}$ – oxid de potasiu; $Fe^{II}O^{II}$ – oxid de fer (II); $Fe_2^{III}O_3^{II}$ – oxid de fer (III).
**3.** KOH – hidroxid de potasiu; $Ca(OH)_2$ – hidroxid de calciu; $Fe(OH)_3$ – hidroxid de fer (III); $Al(OH)_3$ – hidroxid de aluminiu; $Cu(OH)_2$ – hidroxid de cupru.
**4.** $H_2SO_4$ – acid sulfuric; $H_2SO_3$ – acid sulfuros; $H_3PO_4$ – acid fosforic; $H_3PO_3$ – acid fosforos; HF – acid fluorhidric; HCl – acid clorhidric; HBr – acid bromhidric; $HNO_3$ – acid azotic; $HNO_2$ – acid azotos; $H_2CO_3$ – acid carbonic; $H_2S$ – acid sulfhidric.
**5.** $FeCl_3$ – clorură de fer (III); $K_2S$ – sulfură de potasiu; $Al_2(SO_4)_3$ – sulfat de aluminiu; $Ca_3(PO_4)_2$ – fosfat de calciu; NaF – fluorură de sodiu.
**6.** $m_{Mg} + m_{O2} = m_{MgO}$

$m_{O2} = m_{MgO} - m_{Mg} = 2 - 1,2 = 0,8$ g

Magneziul arde cu o flacără alb-orbitoare, rezultând o pulbere albă.
**7.** $x + 96 = 204$; $x = 108$ g Al. Aluminiul arde cu scântei alb-strălucitoare.
**8.** $m_{Fe} = \nu \cdot A = 56$ g; $FeCl_x$

$M_{FeCl_x} = A_{Fe} + xA_{Cl} = 56 + 35,5x$; $M_{FeCl_x} = 162,5$

1 mol $FeCl_x = (56 + 35,5x)$g $= 162,5$ g

$x = 3$; Fe are valența (III).
**9.** $M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \Rightarrow 1$ mol $CO_2 = 44$ g

$m_{CO_2} = \nu \cdot M_{CO_2} = 0,2 \cdot 44 = 8,8$ g

$6,4 + m_C = 8,8 \Rightarrow m_C = 2,4$ g

100 g cărbune.....60 g C

x g cărbune.....2,4 g C

$x = \frac{2,4 \cdot 100}{60} = 4$ g cărbune; $m_{cărbune} = 4$ g.

**10. a)** $m_{apă} = 20 + 160 = 180$ g

**b)** $M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ mol $H_2 = 2$ g

$\nu_{H_2} = \frac{20}{2} = 10$ moli

$M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow 1$ mol $O_2 = 32$ g

$\nu_{O_2} = \frac{160}{32} = 5$ moli

$\nu_{H_2} + \nu_{O_2} = 15$ moli

**c)** $15 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ molecule $H_2 + O_2$

**d)** $M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$\nu_{H_2O} = \frac{180}{18} = 10$ moli ; nr. molecule $H_2O = 6,023 \times 10^{24}$

e) 1 mol $H_2$ ..... $2 \cdot 6.023 \cdot 10^{23}$ atomi H
10 moli $H_2$ ..... x atomi H
$\Rightarrow x = 120,46 \cdot 10^{23}$ atomi H

1 mol $O_2$ ..... $2 \cdot 6.023 \cdot 10^{23}$ atomi O
5 moli $O_2$ ..... y atomi O
$\Rightarrow y = 60,23 \cdot 10^{23}$ atomi O

Nr. atomi total = $1,8069 \cdot 10^{25}$

**f)** 1 mol $H_2O$ ..... $3 \cdot 6.023 \cdot 10^{23}$ atomi
10 moli $H_2O$ ..... z atomi
$z = 1,8069 \cdot 10^{25}$ atomi

**11.** $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$

$H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$

$3NaOH + AlCl_3 \longrightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$

$2NaHCO_3 \xrightarrow{t°C} Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$

$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2 \uparrow$

$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$

$2AgNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Ag_2SO_4 + 2HNO_3$

$2AlCl_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 6HCl$

$3KOH + H_3PO_4 \longrightarrow K_3PO_4 + 3H_2O$

$2PbO_2 \xrightarrow{t°C} 2PbO + O_2 \uparrow$

$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$



**12. a)** $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

**b)** $H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$

**c)** $HF + NaOH \longrightarrow NaF + H_2O$

**d)** $FeCl_3 + 3KOH \longrightarrow 3KCl + Fe(OH)_3 \downarrow$

**e)** $2Al + 3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$

**f)** $2HgO \xrightarrow{t°C} 2Hg + O_2 \uparrow$

**g)** $CaCl_2 + 2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + 2HCl$

**h)** $Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2 \uparrow$

**i)** $Fe_2(SO_4)_3 + 3BaCl_2 \longrightarrow 3BaSO_4 \downarrow + 2FeCl_3$

**j)** $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

**13. a)** $2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$

**b)** $AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl \downarrow + HNO_3$

**c)** $4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$

**d)** $Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + 2H_2O$

**e)** $Ca + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2 \uparrow$

**14. a)** $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

**b)** $H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$

**c)** $2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$

**d)** $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$

**e)** $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

**f)** $P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$

**g)** $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

**15.** $Z_A = 19$; K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $8e^-$ N – $1e^- \Rightarrow$ A = K

$Z_B = 9$; K – $2e^-$ L – $7e^- \Rightarrow B_2 = F_2$

**a)** $2K + F_2 \longrightarrow 2KF$

**b)** $K^{\cdot} + {\cdot}\ddot{F}: \longrightarrow K^+ + :\ddot{F}:^- \xrightarrow{f.e.s.} K^+[:\ddot{F}:]^-$

**c)** KF – substanță compusă; sare.

**16.** ${}^{16}_{8}E$; O

**a)** K – $2e^-$ L – $1e^-$

Li: $4Li + 2O_2 \longrightarrow 2Li_2O$; $Li_2O$ – legătură ionică

**b)** K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $6e^-$

S: $S + O_2 \longrightarrow SO_2$; $SO_2$ – legătură covalentă polară

**c)** $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$; $H_2O$ – legătură covalentă polară

**d)** K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $3e^-$

$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$; $Al_2O_3$ – legătură ionică

**17. a)** $2HgO \xrightarrow{t^\circ C} 2Hg + O_2\uparrow$

**b)** $2H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$

**c)** $2KClO_3 \xrightarrow{t^\circ C} 2KCl + 3O_2\uparrow$

**d)** $2H_2O_2 \xrightarrow{t^\circ C} 2H_2O + O_2\uparrow$

**e)** $CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} CaO + CO_2\uparrow$

**f)** $H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2\uparrow$

**g)** $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ C} CuO + H_2O$

**18.** $2H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$ reacție de descompunere

$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$ reacție de combinare

$2C + O_2 \longrightarrow 2CO$ reacție de combinare

$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$ reacție de combinare

$S + O_2 \longrightarrow SO_2$ reacție de combinare

$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$ reacție de combinare

$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$ reacție de combinare

a = $H_2$, b = $O_2$, d = $Cl_2$, e = CO, f = $CO_2$, g = $SO_2$, h = $SO_3$, i = $H_2SO_4$

| Substanțe simple | | Substanțe compuse | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Metale | Nemetale | Oxizi | Acizi | Baze | Săruri |
| - | $H_2$; $Cl_2$; $O_2$ (legătură covalentă nepolară) C; S | $H_2O$; CO; $CO_2$; $SO_2$; $SO_3$ (legătură covalentă polară) | HCl; $H_2SO_4$ (legătură covalentă polară) | - | - |

**19.** $Fe + CuSO_4 \longrightarrow FeSO_4 + Cu\downarrow$

Pe cuiul de fier se depune un strat roșu-arămiu de cupru.

$Cu + FeSO_4 \longrightarrow$ nu reacționează

**20. a)** $Al + 3AgNO_3 \longrightarrow Al(NO_3)_3 + 3Ag\downarrow$

**b)** $Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

**c)** $Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + Cu\downarrow$

**d)** $Mg + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow$

**e)** $H_2 + CuO \longrightarrow Cu + H_2O$

**f)** $2Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 3CO_2\uparrow + 4Fe$



**21. a)** $Ca + 2HOH \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$

**b)** $Cu + HOH \longrightarrow$ nu reacționează

**c)** $Hg + HCl \longrightarrow$ nu reacționează

**d)** $2Na + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2\uparrow$

**e)** $Mg + NaNO_3 \longrightarrow$ nu reacționează

**f)** $3Hg + 2AuCl_3 \longrightarrow 3HgCl_2 + 2Au\downarrow$

**g)** $Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

**h)** $Ag + HNO_3 \longrightarrow$ nu reacționează

**22)** H : O = 1 : 1 $\Rightarrow$ $H_2O_2$

$2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2\uparrow$ reacție de descompunere

$2Na + 2HOH \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$ reacție de substituție

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ reacție de combinare

$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$ reacție de combinare

$2Na + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2\uparrow$ reacție de substituție

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$ reacție de schimb

$NaCl + K \longrightarrow KCl + Na$ reacție de substituție

$2Na + FeSO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + Fe$ reacție de substituție

$Fe + CuSO_4 \longrightarrow FeSO_4 + Cu\downarrow$ reacție de substituție

A = $H_2O_2$, a = $H_2O$, b = $O_2$, d = NaOH, e = $H_2$, f = HCl, g = NaCl, h = KCl, i = $FeSO_4$, j = $CuSO_4$

**23. a)** $NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

**b)** $2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$

**c)** $Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2NaCl$

**d)** $FeCl_3 + 3AgNO_3 \longrightarrow 3AgCl\downarrow + Fe(NO_3)_3$

**e)** $NiCl_2 + CuSO_4 \longrightarrow NiSO_4 + CuCl_2$

**f)** $CuSO_4 + 2KOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + K_2SO_4$

**24.** $NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$ reacție de neutralizare

**25.** $CaSO_4 + BaCl_2 \longrightarrow CaCl_2 + BaSO_4\downarrow$

precipitat alb-lăptos

**26.** Reacțiile ce se desfășoară între doi sau mai mulți reactanți rezultând un singur produs de reacție se numesc reacții de combinare. Dacă la reacție participă un singur reactant, aceasta este o reacție de descompunere.

La reacțiile de substituție (înlocuire) participă o substanță simplă și o substanță compusă.

Reacția dintre un acid și o bază este un caz particular al reacției de schimb și se numește reacție de neutralizare.
Reacția însoțită de degajare de căldură este o reacție exotermă, iar cea care se desfășoară cu absorbție de căldură se numește reacție endotermă.
Pentru a mări viteza unei reacții chimice se folosesc substanțe numite catalizatori.

**27.**

| A | B |
|---|---|
| $C + H_2$ | $Zn(NO_3)_2 + H_2\uparrow$ |
| $SO_3 + H_2O$ | $H_2SO_4$ |
| $NaOH + H_2SO_4$ | $SO_2$ |
| $Zn + HNO_3$ | $CH_4$ |
| $S + O_2$ | $Na_2SO_4 + H_2O$ |

**28.** $m_{Ca} : m_C : m_O = 40 : 12 : 48$ $CaCO_3$

$CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} CaO + CO_2\uparrow$ reacție de descompunere

$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$ reacție de combinare

$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$ reacție de schimb

$CaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2HCl$ reacție de schimb

$HCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$ reacție de schimb

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ reacție de combinare

A = $CaCO_3$; a = CaO; b = $CO_2$; d = $Ca(OH)_2$; e = $CaCl_2$; f = $CaSO_4$; g = HCl; h = AgCl; i = $HNO_3$; j = $H_2CO_3$

**29.** %H = 100 – 94,12 = 5,88

$m_H : m_O = 5,88 : 94,12 = 1 : 16 = 2 : 32$

$H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2\uparrow$ reacție de descompunere

$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$ reacție de substituție

$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$ reacție de combinare

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$ reacție de schimb

$C + O_2 \longrightarrow CO_2\uparrow$ reacție de combinare

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ reacție de combinare

$S + O_2 \longrightarrow SO_2$ reacție de combinare

$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$ reacție de combinare

$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$ reacție de combinare

$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$ reacție de schimb

a = $H_2O_2$; b = $H_2O$; d = $O_2$; e = NaOH; f = $H_2$; g = HCl; h = NaCl; i = $CO_2$; j = $H_2CO_3$; k = $SO_2$; l = $SO_3$; m = $H_2SO_4$; n = $BaSO_4$



| Substanțe simple | | Substanțe compuse | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Metale | Nemetale | Oxizi | Acizi | Baze | Săruri |
| Na | $O_2$; $H_2$; $Cl_2$; C; S | $H_2O_2$; $H_2O$; $CO_2$; $SO_2$; $SO_3$ | HCl; $H_2CO_3$; $H_2SO_4$ | NaOH | NaCl; $BaCl_2$; $BaSO_4$ |

**d)** $2H\cdot + \cdot\ddot{O}\cdot \longrightarrow H\ddot{O}H$ sau $H-\ddot{O}-H$ legătură covalentă polară simplă

$:\ddot{O}: + :\ddot{O}: \longrightarrow :\ddot{O}::\ddot{O}:$ sau $:O=O:$ legătură covalentă nepolară dublă

$H\cdot + H\cdot \longrightarrow H:H$ sau $H-H$ legătură covalentă nepolară simplă

$H\cdot + \cdot\ddot{Cl}: \longrightarrow H:\ddot{Cl}:$ sau $H-\ddot{Cl}:$ legătură covalentă polară simplă

$Na\cdot + \cdot\ddot{Cl}: \longrightarrow Na^+ + :\ddot{Cl}:^- \xrightarrow{f.e.s.} Na^+:\ddot{Cl}:^-$ legătură ionică

**30.** a), d), e) – reacții exoterme
b), c) – reacții endoterme

**31.** a), c), f) – reacții rapide
b), d), e) – reacții lente

## 3.2. Calcule pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice

**1.** $\overset{2g}{2H_2} + O_2 \longrightarrow \overset{x}{2H_2O}$
$\quad\quad 2\cdot 2g \quad\quad\quad\quad 2\cdot 18g$

$M_{H_2} = 2A_H = 2\cdot 1 = 2 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2 = 2\text{ g}$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2\cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2O = 18\text{ g}$

$x = \dfrac{2\cdot 2\cdot 18}{2\cdot 2} = 18\text{ g } H_2O \Rightarrow m_{H_2O} = 18\text{ g}$

**2.** $NaOH + \overset{2\text{ moli}}{HCl} \longrightarrow \overset{x}{NaCl} + H_2O$
$\quad\quad\quad\quad\quad\quad 1\text{ mol} \quad\quad\quad 1\text{ mol}$

x = 2 moli NaCl

$M_{NaCl} = A_{Na} + A_{Cl} = 23 + 35,5 = 58,5 \Rightarrow 1\text{ mol NaCl} = 58,5\text{ g}$

$m = \nu\cdot M = 2\cdot 58,5 = 117\text{ g} \Rightarrow m_{NaCl} = 117\text{ g}$

**3.** $\overset{2g}{H_2} + Cl_2 \longrightarrow \overset{x}{2HCl}$
$\quad 2g \quad\quad\quad\quad 2\text{moli}$

$M_{H_2} = 2A_H = 2\cdot 1 = 2 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2 = 2\text{ g}$; x = 2 moli HCl

1 mol HCl.....$6,023\cdot 10^{23}$ molecule HCl

2 moli HCl.....y

$\Rightarrow y = 12,046 \cdot 10^{23}$ molecule HCl

**4.** $\overset{x}{2Mg} + \underset{32\ g}{\overset{y}{O_2}} \longrightarrow \underset{2\cdot 40\ g}{\overset{1,2\ g}{2MgO}}$

**a)** $M_{MgO} = A_{Mg} + A_O = 24 + 16 = 40 \Rightarrow 1$ mol MgO = 40 g

$x = \dfrac{2 \cdot 24 \cdot 1,2}{2 \cdot 40} = 0,72$ g Mg $\Rightarrow m_{Mg} = 0,72$ g

**b)** $\nu = \dfrac{m}{A} = \dfrac{0,72}{24} = 0,03$ moli Mg $\Rightarrow \nu_{Mg} = 0,03$ moli

**c)** $M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow 1$ mol $O_2 = 32$ g

$y = \dfrac{32 \cdot 1,2}{2 \cdot 40} = 0,48$ g $O_2 \Rightarrow m_{O_2} = 0,48$ g

$\nu_{O_2} = \dfrac{0,48}{32} = 0,015$ moli $\Rightarrow \nu_{O_2} = 0,015$ moli

**5.** $\underset{2\ moli}{2Na} + \underset{1\ mol}{\overset{y}{Cl_2}} \longrightarrow \underset{2\cdot 58,5\ g}{\overset{x}{2NaCl}}$

**a)** $M_{NaCl} = A_{Na} + A_{Cl} = 23 + 35,5 = 58,5 \Rightarrow 1$ mol NaCl = 58,5 g

$x = \dfrac{2 \cdot 2 \cdot 58,5}{2} = 117$ g NaCl

**b)** $y = 1$ mol $Cl_2$

**c)** $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule $Cl_2$

**6.** $\underset{2\cdot 18\ g}{\overset{y}{2H_2O}} \xrightarrow{\text{electroliză}} \underset{2\ moli}{\overset{4\ moli}{2H_2}}\uparrow + \underset{32\ g}{\overset{x}{O_2}}\uparrow$

$M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow 1$ mol $O_2 = 32$ g

$x = \dfrac{32 \cdot 4}{2} = 64$ g $\Rightarrow m_{O_2} = 64$ g

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$y = \dfrac{2 \cdot 18 \cdot 4}{2} = 72$ g $H_2O \Rightarrow m_{H_2O} = 72$ g

**7.** $x = \nu_{O_2}$ reacționat

$\underset{1\ mol}{S} + \underset{1\ mol}{\overset{x}{O_2}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{a}{SO_2}}$; $a = x$ moli $SO_2$

$M_{SO_2} = A_S + 2A_O = 32 + 2 \cdot 16 = 64 \Rightarrow 1$ mol $SO_2 = 64$ g

$m_{SO_2} = 64x$ g

$\underset{1\ mol}{C} + \underset{1\ mol}{\overset{x}{O_2}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{b}{CO_2}}$; $b = x$ moli $CO_2$



$M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \Rightarrow 1$ mol $CO_2 = 44$ g

$m_{CO_2} = 44x$ g

$\underset{1\ mol}{2H_2} + \underset{1\ mol}{\overset{x}{O_2}} \xrightarrow{\text{electroliză}} \underset{2\ moli}{\overset{c}{2H_2O}}$; $c = 2x$ moli $H_2O$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$m_{H_2O} = 36x$ g

$\underset{3\ moli}{4Al + 3\overset{x}{O_2}} \longrightarrow \underset{2\ moli}{\overset{d}{2Al_2O_3}}$; $d = \dfrac{2x}{3} = 0,67x$ moli $Al_2O_3$

$M_{Al_2O_3} = 2A_{Al} + 3A_O = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 102 \Rightarrow 1$ mol $Al_2O_3 = 102$ g

$m_{Al_2O_3} = 68x$ g

$\underset{2\ moli}{2Ca} + \underset{1\ mol}{\overset{x}{O_2}} \longrightarrow \underset{2\ moli}{\overset{e}{2CaO}}$; $e = 2x$ moli CaO

$M_{CaO} = A_{Ca} + A_O = 40 + 16 = 56 \Rightarrow 1$ mol CaO = 56 g

$m_{CaO} = 112x$ g

Cea mai mare masă de oxid se obține în urma reacției calciului cu oxigenul. Cel mai mare număr de moli de oxid rezultă la arderea hidrogenului și a calciului.

**8.** $\underset{100\ kg}{\overset{200\ kg}{CaCO_3}} \xrightarrow{t^\circ C} \underset{56\ kg}{\overset{x}{CaO}} + \underset{1\ kmol}{\overset{y}{CO_2}}\uparrow$

$m_{CaCO_3} = \dfrac{80}{100} \cdot 250 = 200$ kg

$M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1$ kmol $CaCO_3 = 100$ kg

$M_{CaO} = A_{Ca} + A_O = 40 + 16 = 56 \Rightarrow 1$ kmol CaO = 56 kg

$x = \dfrac{56 \cdot 200}{100} = 112$ kg CaO $\Rightarrow m_{CaO} = 112$ kg

$y = \dfrac{200 \cdot 1}{100} = 2$ kmoli $CO_2 \Rightarrow \nu_{CO_2} = 2$ kmoli

**9.** $\underset{2\ moli}{\overset{x}{2HgO}} \xrightarrow{t^\circ C} 2Hg + \underset{1\ mol}{\overset{0,2\ moli}{O_2}}\uparrow$

$x = 0,4$ moli HgO

$M_{HgO} = A_{Hg} + A_O = 201 + 16 = 217 \Rightarrow 1$ mol HgO = 217 g

$m_{HgO} = 217 \cdot 0,4 = 86,8$ g HgO

$p = \dfrac{m_{pura}}{m_{impura}} \cdot 100$; $p = \dfrac{86,8}{108,5} \cdot 100 \Rightarrow p = 80\%$

**10.** $\overset{x}{\underset{56\ g}{Fe}} + \overset{640\ g}{\underset{160\ g}{CuSO_4}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{152\ g}{FeSO_4}} + \overset{y}{\underset{1\ mol}{Cu}}\downarrow$

**a)** $c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$ $m_d = \frac{80}{100} \cdot 800 = 640\ g\ CuSO_4$

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1\ mol\ CuSO_4 = 160\ g$

$x = \frac{56 \cdot 640}{160} = 224\ g\ Fe\ pur$

$p = \frac{m_{pura}}{m_{impura}} \cdot 100;\ 70 = \frac{224 \cdot 100}{m_{impura}} \Rightarrow m_{Fe\ impur} = 320\ g$

**b)** $y = \frac{640}{160} = 4\ moli \Rightarrow \nu_{Cu} = 4\ moli$

$m = \nu \cdot A = 4 \cdot 64 = 256\ g\ Cu \Rightarrow m_{Cu} = 256\ g$

**c)** $m_{reactanti} = m_{produsi} = 320 + 800 = 1120\ g \Rightarrow m_{amestec\ final} = 1120\ g$

**d)** $M_{FeSO_4} = A_{Fe} + A_S + 4A_O = 56 + 32 + 4 \cdot 16 = 152 \Rightarrow 1\ mol\ FeSO_4 = 152\ g$

$z = \frac{152 \cdot 640}{160} = 608\ g\ FeSO_4 \Rightarrow m_{FeSO_4} = 608\ g;\ \nu_{FeSO_4} = 4\ moli\ FeSO_4$

**e)** $m_{s\ final} = m_{FeSO_4} + m_{H_2O\ din\ sol.\ CuSO_4} = 608 + (800 - 640) = 768\ g$

$m_{s\ final} = 768\ g$

**f)** $c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s};\ c = \frac{608 \cdot 100}{768};\ c = 79{,}17\%$

**11.** $\overset{y}{\underset{1\ mol}{Zn}} + \overset{3\ moli}{\underset{1\ mol}{H_2SO_4}} \longrightarrow \overset{a}{\underset{1\ mol}{ZnSO_4}} + H_2\uparrow$

$\overset{z}{\underset{2\ moli}{2NaOH}} + \overset{3\ moli}{\underset{1\ mol}{H_2SO_4}} \longrightarrow \overset{b}{\underset{1\ mol}{Na_2SO_4}} + 2H_2O$

$1\ mol\ H_2SO_4$.....$6{,}023 \cdot 10^{23}$ molecule $H_2SO_4$

x.....$18{,}069 \cdot 10^{23}$ molecule $H_2SO_4$

$x = 3\ moli\ H_2SO_4$

$y = 3\ moli\ Zn \Rightarrow m_{Zn} = 3 \cdot 65 = 195g \Rightarrow m_{Zn} = 195\ g$

$z = 6\ moli\ NaOH;$

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1\ mol\ NaOH = 40\ g$

$m = \nu \cdot M = 6 \cdot 40 = 240\ g\ NaOH \Rightarrow m_{NaOH} = 240\ g$

$a = 3\ moli\ ZnSO_4;\ b = 3\ moli\ Na_2SO_4 \Rightarrow \nu_{saruri} = 6\ moli$

**12.** $2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{electroliză} 2NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$



$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

**c)** $\overset{x}{\underset{2\ moli}{2NaCl}} + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + \overset{a}{\underset{1\ mol}{H_2}}\uparrow + \overset{b}{\underset{1\ mol}{Cl_2}}\uparrow$

$a = NaOH;\ b = H_2;\ d = Cl_2;\ e = NaCl;\ f = AgCl$

$a = b;\ a + b = 20;\ a = b = 10\ moli$

$x = 20\ moli\ NaCl$

$M_{NaCl} = A_{Na} + A_{Cl} = 23 + 35{,}5 = 58{,}5 \Rightarrow 1\ mol\ NaCl = 58{,}5\ g$

$m = \nu \cdot M = 20 \cdot 58{,}5 = 1170\ g\ NaCl$

$p = \frac{m_{pura} \cdot 100}{m_{impura}};\ 70 = \frac{1170 \cdot 100}{m_{impura}};\ m_{NaCl\ impura} = 1671{,}43\ g$

**13. a)** $1\ mol\ Fe$.....$6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi Fe

x.....$36{,}138 \cdot 10^{24}$ atomi Fe

$x = 60\ moli\ Fe$

$\overset{30\ moli}{\underset{2\ moli}{2Fe}} + 3Cl_2 \longrightarrow \overset{x}{\underset{2\ moli}{2FeCl_3}}$

$\overset{30\ moli}{\underset{1\ mol}{Fe}} + \overset{z}{\underset{2\ moli}{2HCl}} \longrightarrow \overset{y}{\underset{1\ mol}{FeCl_2}} + \overset{t}{\underset{1\ mol}{H_2}}\uparrow$

Se consumă 30 moli Fe pentru fiecare reacție.

$x = 30\ moli\ FeCl_3$

$M_{FeCl_3} = A_{Fe} + 3A_{Cl} = 56 + 3 \cdot 35{,}5 = 162{,}5 \Rightarrow 1\ mol\ FeCl_3 = 162{,}5\ g$

$m_{FeCl_3} = 30 \cdot 162{,}5 = 4875\ g$

$y = 30\ moli\ FeCl_2$

$M_{FeCl_2} = A_{Fe} + 2A_{Cl} = 56 + 2 \cdot 35{,}5 = 127 \Rightarrow 1\ mol\ FeCl_2 = 127\ g$

$m_{FeCl_2} = 127 \cdot 30 = 3810\ g$

$m_{saruri} = m_{FeCl_3} + m_{FeCl_2} = 8685\ g \Rightarrow m_{saruri} = 8685\ g$

**b)** $z = 60\ moli\ HCl$

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35{,}5 = 36{,}5 \Rightarrow 1\ mol\ HCl = 36{,}5\ g$

$m_{HCl} = 60 \cdot 36{,}5 = 2190\ g$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s};\ 20 = \frac{2190 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 10950g\ sol.\ HCl\ 20\%$

**c)** $t = 30\ moli\ H_2$

**14.** $\overset{2\ moli}{\underset{2\ moli}{2Al}} + \overset{x}{\underset{6\ moli}{6HCl}} \longrightarrow \overset{y}{\underset{2\ moli}{2AlCl_3}} + \overset{z}{\underset{3\ moli}{3H_2}}\uparrow$

**a)** $x = 6\ moli\ HCl$

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1 \text{ mol HCl} = 36,5 \text{ g}$

$m_{HCl} = \nu \cdot M = 6 \cdot 36,5 = 219 \text{g } (m_d)$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $36,5 = \frac{219 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 600 \text{g sol. HCl } 36,5\%$

**b)** $\rho = \frac{m_s}{V_s}$; $1,183 = \frac{600}{V_s} \Rightarrow V_s = 507,18 \text{mL sol. HCl } 36,5\%$

**c)** $y = 2$ moli $AlCl_3$

**d)** $z = 3$ moli $H_2$

nr. molecule $H_2 = 3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 18,069 \cdot 10^{23}$

**15.** $\overset{x}{2NaCl} + \underset{98 \text{ g}}{\overset{490 \text{ g}}{H_2SO_4}} \longrightarrow Na_2SO_4 + \underset{2 \text{ moli}}{\overset{y}{2HCl}}$

$\rho = \frac{m_s}{V_s}$; $1,841 = \frac{m_s}{271,6} \Rightarrow m_s = 500 \text{ g } H_2SO_4$

$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100$; $m_d = 490 \text{ g } H_2SO_4$

$M_{NaCl} = A_{Na} + A_{Cl} = 23 + 35,5 = 58,5 \Rightarrow 1 \text{ mol NaCl} = 58,5 \text{ g}$

$x = \frac{2 \cdot 58,5 \cdot 490}{98} = 585 \text{ g} \Rightarrow m_{NaCl} = 585 \text{ g}$

$y = \frac{2 \cdot 490}{98} = 10 \text{ moli HCl}$

**16.** $\underset{2 \cdot 56 \text{ g}}{\overset{140 \text{ g}}{2KOH}} + \underset{98 \text{ g}}{\overset{x}{H_2SO_4}} \longrightarrow \underset{174 \text{ g}}{\overset{y}{K_2SO_4}} + 2H_2O$

**a)** $\rho = \frac{m_s}{V_s}$; $m_s = 334 \cdot 1,31 = 437,54 \text{ g KOH}$

$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100$; $m_d = 140 \text{ g KOH}$

$M_{KOH} = A_K + A_O + A_H = 39 + 16 + 1 = 56 \Rightarrow 1 \text{ mol KOH} = 56 \text{ g}$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \text{ g}$

$x = \frac{98 \cdot 140}{2 \cdot 56} = 122,5 \text{ g } H_2SO_4 \ (m_d)$

$98 = \frac{122,5 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 125 \text{ g sol. } H_2SO_4 98\%$

$V_s = \frac{125}{1,841} = 67,9 \text{ mL}$ $V_s = 67,9 \text{ mL sol. } H_2SO_4 \text{ 98\%}$

**b)** $M_{K_2SO_4} = 2A_K + A_S + 4A_O = 2 \cdot 39 + 32 + 4 \cdot 16 = 174$



$\Rightarrow 1 \text{ mol } K_2SO_4 = 174 \text{ g}$

$y = \frac{174 \cdot 140}{2 \cdot 56} = 217,5 \text{ g } K_2SO_4 \Rightarrow m_{K_2SO_4} = 217,5 \text{ g}$

**c)** $m_{s\,final} = m_{s\,KOH} + m_{s\,H_2SO_4} = 437,54 + 125 = 562,54 \text{ g} \Rightarrow m_{s\,final} = 562,54 \text{ g}$

**d)** $c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100$; $c = \frac{217,5 \cdot 100}{562,54} \Rightarrow c = 38,66\%$

**17.** $\underset{2 \text{ moli}}{\overset{x}{2H_2}} + \underset{1 \text{ mol}}{\overset{0,625 \text{ moli}}{O_2}} \longrightarrow \underset{2 \text{ moli}}{\overset{y}{2H_2O}}$

**a)** $M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g}$

$\nu_{H_2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ moli}$

$M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow 1 \text{ mol } O_2 = 32 \text{ g}$

$\nu_{O_2} = \frac{20}{32} = 0,625 \text{ moli}$

Teoretic $\nu_{H_2} : \nu_{O_2} = 2:1$

Practic $\nu_{H_2} : \nu_{O_2} = 10 : 0,625 \Rightarrow H_2$ în exces

$x = 1,25 \text{ moli } H_2 \Rightarrow \nu_{H_2 \text{ exces}} = 10 - 1,25 = 8,75 \text{ moli}$

$\nu_{H_2}$ exces $= 8,75$ moli

$m_{H_2} = 8,75 \cdot 2 = 17,5 \text{ g} \Rightarrow m_{H_2} = 17,5 \text{ g}$

**b)** $y = 1,25 \text{ moli } H_2O$

**18.** $\underset{1 \text{ mol}}{\overset{3 \text{ moli}}{HCl}} + \underset{1 \text{ mol}}{\overset{x}{NaOH}} \longrightarrow \underset{1 \text{ mol}}{\overset{y}{NaCl}} + H_2O$

$\underset{1 \text{ mol}}{\overset{3 \text{ moli}}{NaCl}} + AgNO_3 \longrightarrow \underset{1 \text{ mol}}{\overset{z}{AgCl}}\downarrow + NaNO_3$

$\nu_{HCl} = \frac{18,069 \cdot 10^{23}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 3 \text{ moli} \Rightarrow x = 3 \text{ moli NaOH}$

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1 \text{ mol NaOH} = 40 \text{ g}$

$m_{NaOH} = 3 \cdot 40 = 120 \text{ g } (m_d)$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $40 = \frac{120 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 300 \text{ g sol. NaOH } 40\%$

$y = 3$ moli NaCl, $z = 3$ moli AgCl

**19.** $\underset{2 \text{ moli}}{\overset{0,8 \text{ moli}}{2KClO_3}} \xrightarrow{t^\circ C} \underset{2 \text{ moli}}{\overset{x}{2KCl}} + \underset{3 \text{ moli}}{\overset{z}{3O_2}}\uparrow$ r. de descompunere

$\underset{1 \text{ mol}}{\overset{0,8 \text{ moli}}{KCl}} + AgNO_3 \longrightarrow \underset{1 \text{ mol}}{\overset{y}{AgCl}}\downarrow + KNO_3$ r. de schimb

$\underset{1\ mol}{C} + \overset{1,2\ moli}{\underset{1\ mol}{O_2}} \longrightarrow \overset{t}{\underset{1\ mol}{CO_2}}$ r. de combinare

$\overset{1,2\ moli}{\underset{1\ mol}{CO_2}} + \overset{a}{\underset{1\ mol}{Ca(OH)_2}} \longrightarrow \overset{v}{\underset{1\ mol}{CaCO_3}}\downarrow + H_2O$ r. de schimb

$a = KCl \quad b = O_2 \quad d = AgCl \quad e = KNO_3 \quad f = CO_2 \quad g = CaCO_3$

**d)** $m_{KClO_3} = \frac{80}{100} \cdot 122,5 = 98\ g\ KClO_3$

$M_{KClO_3} = A_K + A_{Cl} + 3A_O = 39 + 35,5 + 3 \cdot 16 = 122,5 \Rightarrow$

$1\ mol\ KClO_3 = 122,5\ g$

$\nu_{KClO_3} = \frac{98}{122,5} = 0,8\ moli \Rightarrow x = 0,8\ moli\ KCl;\ y = 0,8\ moli\ AgCl$

$M_{AgCl} = A_{Ag} + A_{Cl} = 108 + 35,5 = 143,5 \Rightarrow 1\ mol\ AgCl = 143,5\ g$

$m_{AgCl} = 143,5 \cdot 0,8 = 114,8\ g \Rightarrow m_{AgCl} = 114,8\ g$

$z = 1,2\ moli\ O_2;\ t = 1,2\ moli\ CO_2;\ v = 1,2\ moli\ CaCO_3$

$M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1\ mol\ CaCO_3 = 100\ g$

$m_{CaCO_3} = 1,2 \cdot 100 = 1200\ g$

$a = 1,2\ moli\ Ca(OH)_2$

$M_{Ca(OH)_2} = A_{Ca} + 2(A_O + A_H) = 40 + 2(16 + 1) = 74 \Rightarrow 1\ mol\ Ca(OH)_2 = 74\ g$

$m_{Ca(OH)_2} = 1,2 \cdot 74 = 88,8\ g\ (m_d)$

$20 = \frac{88,8 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 444\ g\ sol.\ Ca(OH)_2\ 20\%$

**20.** $\overset{10\ moli}{\underset{2\ moli}{2Al}} + \overset{x}{\underset{3\ moli}{3H_2SO_4}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{1\ mol}{Al_2(SO_4)_3}} + \overset{y}{\underset{3\ moli}{3H_2}}\uparrow$

$\overset{5\ moli}{\underset{1\ mol}{Al_2(SO_4)_3}} + \overset{t}{\underset{3\ moli}{3BaCl_2}} \longrightarrow 3BaSO_4\downarrow + 2AlCl_3$

$\overset{15\ moli}{\underset{1\ mol}{H_2}} + \overset{v}{\underset{1\ mol}{Cl_2}} \longrightarrow \overset{u}{\underset{2\ moli}{2HCl}}$

**a)** $\nu_{Al} = \frac{6,023 \cdot 10^{24}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 10\ moli\ Al$

$x = 15\ moli\ H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1\ mol\ H_2SO_4 = 98\ g$

$m_{H_2SO_4} = 98 \cdot 15 = 1470\ g\ (m_d)$

$98 = \frac{1470 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 1500\ g\ sol.\ H_2SO_4\ 98\%$



**b)** $y = 15\ moli\ H_2$

**c)** $z = 5\ moli\ Al_2(SO_4)_3;\ t = 15\ moli\ BaCl_2$

$M_{BaCl_2} = A_{Ba} + 2A_{Cl} = 137 + 2 \cdot 35,5 = 208 \Rightarrow 1\ mol\ BaCl_2 = 208\ g$

$m_{BaCl_2} = 15 \cdot 208 = 3120\ g\ (m_d)$

$40 = \frac{3120 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 7800\ g\ sol.\ BaCl_2\ 40\%$

**d)** $v = 15\ moli\ Cl_2$

nr. molecule $Cl_2 = 15 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 90,345 \cdot 10^{23}$

**e)** $u = 30\ moli\ HCl$

**21.** $CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} CaO + CO_2\uparrow$

$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$

$Ca(OH)_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2H_2O$

$m_{CaCO_3} = \frac{75}{100} \cdot 1200 = 900\ kg$

$M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 2A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1\ kmol\ CaCO_3 = 100\ kg$

$\nu_{CaCO_3} = \frac{900}{100} = 9\ kmoli$

$1\ kmol\ CaCO_3$ ..... $1\ kmol\ CaCl_2$ ..... $1\ kmol\ CaSO_4$

$9\ kmoli\ CaCO_3$ ..... $x$ ..... $y$

$\Rightarrow x = 9\ kmoli\ CaCl_2$

$M_{CaCl_2} = A_{Ca} + 2A_{Cl} = 40 + 2 \cdot 35,5 = 111 \Rightarrow 1\ kmol\ CaCl_2 = 111\ kg$

$m_{CaCl_2} = 9 \cdot 111 = 999\ kg \Rightarrow m_{CaCl_2} = 999\ kg$

$y = 9\ kmoli\ CaSO_4$

$M_{CaSO_4} = A_{Ca} + A_S + 4A_O = 40 + 32 + 4 \cdot 16 = 136 \Rightarrow 1\ kmol\ CaSO_4 = 136\ kg$

$m_{CaSO_4} = 136 \cdot 9 = 1224\ kg \Rightarrow m_{CaSO_4} = 1224\ kg$

**22.** $\overset{0,1\ moli}{\underset{2\ moli}{2Na}} + Cl_2 \longrightarrow \overset{x}{\underset{2\ moli}{2NaCl}}$

$\overset{0,05\ moli}{\underset{2\ moli}{2NaCl}} + \overset{y}{\underset{1\ mol}{H_2SO_4}} \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$

$\overset{0,05\ moli}{\underset{1\ mol}{NaCl}} + \overset{z}{\underset{1\ mol}{AgNO_3}} \longrightarrow \overset{t}{\underset{1\ mol}{AgCl}}\downarrow + NaNO_3$

**a)** $\nu_{Na} = \frac{2,3}{23} = 0,1\ moli \Rightarrow x = 0,1\ moli\ NaCl$

Se folosesc 0,05 moli NaCl pentru fiecare reacție.

$y = 0,025$ moli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2\cdot 1 + 32 + 4\cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$m_{H_2SO_4} = 0,025\cdot 98 = 2,45$ g ($m_d$)

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $49 = \frac{2,45\cdot 100}{m_s}$; $\Rightarrow m_s = 5$ g sol. $H_2SO_4$ 49 %

**b)** $z = 0,05$ moli $AgNO_3$

$M_{AgNO_3} = A_{Ag} + A_N + 3A_O = 108 + 14 + 3\cdot 16 = 170 \Rightarrow 1$ mol $AgNO_3 = 170$ g

$m_{AgNO_3} = 0,05\cdot 170 = 8,5$ g ($m_d$)

$20 = \frac{8,5\cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 42,5$ g sol. $AgNO_3$ 20%

**c)** $t = 0,05$ moli AgCl

**d)** $m_{H_2O} = m_{H_2O \text{ din sol. } H_2SO_4} + m_{H_2O \text{ din sol. } AgNO_3} = (5 - 2,45) + (42,5 - 8,5) =$

$= 2,55 + 34 = 36,55$ g $\Rightarrow m_{H_2O} = 36,55$ g

**23.** $\overset{5\text{ kmoli}}{\underset{1\text{ kmol}}{C}} + \overset{x}{\underset{1\text{ kmol}}{O_2}} \longrightarrow \overset{y}{\underset{1\text{ kmol}}{CO_2}}$

**a)** $m_C = \frac{60}{100}\cdot 100 = 60$ kg

$\nu_C = \frac{60}{12} = 5$ kmoli $\Rightarrow x = 5$ kmoli $O_2$ reacționat

$\nu_{O_2 \text{ exces}} = \frac{25}{100}\cdot 5 = 1,25$ kmoli ; $\nu_{O_2 \text{ total}} = 6,25$ kmoli

**b)** $y = 5$ kmoli $CO_2$

număr molecule $CO_2 = 5\cdot 6,023\cdot 10^{26} = 30,115\cdot 10^{26}$

**24.** $\overset{y}{\underset{1\text{ kmol}}{CuCO_3}} \xrightarrow{t^\circ C} CuO + \overset{0,5\text{ kmoli}}{\underset{1\text{ kmol}}{CO_2}}\uparrow$

$\overset{x}{\underset{1\text{ kmol}}{CO_2}} + Ca(OH)_2 \longrightarrow \overset{0,5\text{ kmoli}}{\underset{1\text{ kmol}}{CaCO_3}}\downarrow + H_2O$

$x = 0,5$ kmoli $CO_2$; $y = 0,5$ kmoli $CuCO_3$

$M_{CuCO_3} = A_{Cu} + A_C + 3A_O = 64 + 12 + 3\cdot 16 = 124 \Rightarrow 1$ kmol $CuCO_3 = 124$ kg

$m_{CuCO_3} = 0,5\cdot 124 = 62$ kg

$p = \frac{m_{pura}}{m_{impura}}\cdot 100$ ; $80 = \frac{62\cdot 100}{m_{CuCO_3 \text{ impur}}} \Rightarrow m_{CuCO_3 \text{ impur}} = 77,5$ kg

**25.** $\overset{4\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{S}} + O_2 \longrightarrow \overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{SO_2}}$ reacție de combinare



$\overset{4\text{ moli}}{\underset{2\text{ moli}}{2SO_2}} + O_2 \longrightarrow \overset{y}{\underset{2\text{ moli}}{2SO_3}}$ reacție de combinare

$\overset{4\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{SO_3}} + H_2O \longrightarrow \overset{z}{\underset{1\text{ mol}}{H_2SO_4}}$ reacție de combinare

$\overset{4\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{H_2SO_4}} + BaCl_2 \longrightarrow \overset{t}{\underset{1\text{ mol}}{BaSO_4}}\downarrow + 2HCl$ reacție de schimb

**a)** $m_S = \frac{80}{100}\cdot 160 = 128$ g ; $\nu_S = \frac{128}{32} = 4$ moli S

$x = 4$ moli $SO_2$ ; $y = 4$ moli $SO_3$ ; $z = 4$ moli $H_2SO_4$

**b)** $t = 4$ moli $BaSO_4$

$M_{BaSO_4} = A_{Ba} + A_S + 4A_O = 137 + 32 + 4\cdot 16 = 233 \Rightarrow 1$ mol $BaSO_4 = 233$ g

$m_{BaSO_4} = 4\cdot 233 = 932$ g $\Rightarrow m_{BaSO_4} = 932$ g

**c)** $SO_2$; $SO_3$; HCl legături covalente polare

**d)** Primele trei reacții sunt importante în sinteza acidului sulfuric, iar ultima reacție se folosește pentru identificarea grupei sulfat.

**26. a)** A:$NH_3$; B:HCl

**b)** $\dot{N}: + 3H\cdot \longrightarrow H:\ddot{N}:H$ (H) sau $H-\underset{H}{\overset{H}{\ddot{N}}}-H$

$H\cdot + \cdot\ddot{Cl}: \longrightarrow H:\ddot{Cl}:$ sau $H-\ddot{Cl}:$

legături covalente polare

**c)** $\overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{NH_3}} + \overset{y}{\underset{1\text{ mol}}{HCl}} \longrightarrow \overset{0,4\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{NH_4Cl}}$

**d)** $M_{NH_4Cl} = A_N + 4A_H + A_{Cl} = 14 + 4\cdot 1 + 35,5 = 53,5 \Rightarrow 1$ mol $NH_4Cl = 53,5$ g

$\nu_{NH_4Cl} = \frac{21,4}{53,5} = 0,4$ moli

$x = 0,4$ moli $NH_3$ ; $y = 0,4$ moli HCl

**27.** $\overset{1\text{ mol}}{\underset{2\text{ moli}}{2NaOH}} + \overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{H_2SO_4}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{1\text{ mol}}{Na_2SO_4}} + \overset{y}{\underset{2\text{ moli}}{2H_2O}}$

**a)** $c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$

$m_d = \frac{20}{100}\cdot 200 = 40$ g NaOH

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1$ mol NaOH = 40 g

$\nu_{NaOH} = 1$ mol

$m_d = \frac{49}{100}\cdot 200 = 98$ g

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2\cdot1 + 32 + 4\cdot16 = 98 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2SO_4 = 98\text{ g}$

$\nu_{H_2SO_4} = \frac{98}{98} = 1\text{ mol}$

Teoretic $\nu_{NaOH} : \nu_{H_2SO_4} = 2:1$

Practic $\nu_{NaOH} : \nu_{H_2SO_4} = 1:1$

$H_2SO_4$ în exces

$x = 0,5$ moli $H_2SO_4 \Rightarrow \nu_{H_2SO_4\ exces} = 0,5$ moli

$m_{H_2SO_4\ exces} = 49$ g

**b)** $y = 1\text{ mol } H_2O$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2\cdot1 + 16 = 18 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2O = 18\text{ g}$

$m_{H_2O} = 18$ g ; $m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} = 200-40 = 160$ g ; $m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 200-98 = 102$ g

$m_{H_2O\ total} = 18+160+102 = 280$ g ; $m_{H_2O\ total} = 280$ g

**c)** $z = 0,5$ moli $Na_2SO_4$

$M_{Na_2SO_4} = 2A_{Na} + A_S + 4A_O = 2\cdot23 + 32 + 4\cdot16 = 142$

$\Rightarrow 1\text{ mol } Na_2SO_4 = 142\text{ g}$

$m_{Na_2SO_4} = 0,5\cdot142 = 71\text{ g} \Rightarrow m_{Na_2SO_4} = 71\text{ g}$

**d)** $m_{s\ final} = m_{s\ NaOH} + m_{s\ HCl} = 400$ g

400 g soluție.....49 g $H_2SO_4$.....71 g $Na_2SO_4$.....280 g $H_2O$

100 g soluție.....$p_1$.....$p_2$.....$p_3$

$\Rightarrow p_1 = \frac{49\cdot100}{400} = 12,25\%\ H_2SO_4$ ; $p_2 = 17,75\%\ Na_2SO_4$ ; $p_3 = 70\%\ H_2O$

$\nu_{H_2O} = \frac{280}{18} = 15,56$ moli

$\nu_{total} = \nu_{Na_2SO_4} + \nu_{H_2SO_4\ exces} + \nu_{H_2O} = 0,5+0,5+15,56 = 16,56$ moli

16,56 moli.....0,5 moli $Na_2SO_4$.....0,5 moli $H_2SO_4$.....15,56 moli $H_2O$

100 moli.....$p_1'$.....$p_2'$.....$p_3'$

$\Rightarrow p_1' = 3,02\%\ Na_2SO_4$ ; $p_2' = 3,02\%\ H_2SO_4$ ; $p_3' = 93,96\%\ H_2O$

**28. a)** $c = \frac{m_d\cdot100}{m_s}$ ; $m_{d\ HCl} = 3,65$ g

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1+35,5 = 36,5 \Rightarrow 1\text{ mol } HCl = 36,5\text{ g}$

$\nu_{HCl} = 0,1$ moli

$m_{d\ NaOH} = 4$ g

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23+16+1 = 40 \Rightarrow 1\text{ mol } NaOH = 40\text{ g}$

$\nu_{NaOH} = 0,1$ moli



$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$\nu_{HCl} : \nu_{NaOH} = 0,1:0,1 = 1:1$

**c)** $m_d = \frac{20}{100}\cdot36,5 = 7,3\text{ g } HCl$

$\nu_{HCl} = \frac{7,3}{36,5} = 0,2$ moli

$m_d = \frac{10}{100}\cdot100 = 10\text{ g } NaOH$

$\nu_{NaOH} = \frac{10}{40} = 0,25$ moli

$\nu_{HCl} : \nu_{NaOH} = 0,2:0,25 = 1:1,25, \Rightarrow$ NaOH în exces

R: c, d.

**29.** $X:_{K-2e^-L-8e^-M-2e^-} \xrightarrow{-2e^-} X^{2+}_{K-2e^-L-8e^-}$ ; $Z = 12 \Rightarrow$ a = Mg

$\underset{2\text{ moli}}{2Mg} + O_2 \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{2MgO}$ reacție de combinare

$\underset{1\text{ mol}}{Mg} + Cl_2 \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{MgCl_2}$ reacție de combinare

$\underset{1\text{ mol}}{MgO} + 2\ HCl \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{MgCl_2} + H_2O$ reacție de schimb

$\underset{1\text{ mol}}{Mg} + 2HCl \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{MgCl_2} + H_2\uparrow$ reacție de substituție

a = Mg, b = MgO, d=$MgCl_2$, e = $H_2O$, f = $H_2$

**c)** $\nu_{Mg} = \frac{14,4}{24} = 0,6$ moli Mg; se folosesc 0,2 moli pentru fiecare reacție

$x = 0,2$ moli MgO ; $y = 0,2$ moli $MgCl_2$ ; $z = 0,2$ moli $MgCl_2$

$t = 0,2$ moli $MgCl_2$

$\nu_{MgCl_2\ total} = 0,6$ moli

**d)** Mg – legătură metalică

$H_2$, $O_2$, $Cl_2$, – legătură coventă nepolară

HCl, $H_2O$ – legătură covalentă polară

$MgCl_2$, MgO – legătură ionică

## 3.3. Probleme recapitulative

**1.** a; b; d;

**2. b)** $m_s = 100$ g; $c = \frac{20 \cdot 100}{100} = 20\%$.

**3. c)** $c_f = \frac{m_{df}}{m_{sf}} \cdot 100$ ; $m_{df} = m_{d_1} + m_{d_2}$

$m_{sf} = m_{s_1} + + m_{s_2} = 500$ g

$m_{d_1} = \frac{10}{100} \cdot 10 = 10$ g; $m_{d_2} = \frac{8}{100} \cdot 400 = 32$ g

$c_f = \frac{42 \cdot 100}{500} = 21\%$

**4. a)** $c_f = \frac{m_{df}}{m_{sf}} \cdot 100$

$m_{sf} = 95 + 5 = 100$ g; $m_{df} = m_d + 5$

$m_d = \frac{95 \cdot 5}{100} = 4,75$ g; $m_{df} = 4,75 + 5 = 9,75$ g

$c_f = \frac{9,75 \cdot 100}{100} = 9,75\%$

**5. a); 6. b), d); 7. a), d); 8. a), c);**

**9. b)** 12 g C ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi C

m ..... 1 atom C

$m = \frac{12}{6,023 \cdot 10^{23}} = 1,992 \cdot 10^{-23}$ g

**10. c)** $A_{Pb} = \frac{1,48}{100} \cdot 204 + \frac{23,6}{100} \cdot 206 + \frac{22,6}{100} \cdot 207 + \frac{52,3}{100} \cdot 208 =$

$= 3,0192 + 48,616 + 46,782 + 108,784 = 207,2$

**11. c); 12. a), b), c), d); 13. d), 14. c)**

**15. c)** $m_{Fe} : m_O = 70 : 30 = 7 : 3 = 112 : 48 \Rightarrow Fe_2O_3$

**16. d)**

**17. a)** $M_{BaCl_2} = A_{Ba} + 2A_{Cl} = 137 + 2 \cdot 35,5 = 208 \Rightarrow 1$ mol $BaCl_2 = 208$ g

$M_{H_2O} = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g



$M_{BaCl_2 \cdot 2H_2O} = M_{BaCl_2} + 2M_{H_2O} = 208 + 2 \cdot 18 = 244 \Rightarrow 1$ mol $BaCl_2 \cdot 2H_2O = 244$ g

244 g $BaCl_2 \cdot 2 H_2O$ ..... 208 g $BaCl_2$

12,2 g $BaCl_2 \cdot 2 H_2O$ ..... x

$\Rightarrow x = 10,4$ g $BaCl_2$

$m_s = m_{BaCl_2 \cdot 2H_2O} + m_{H_2O} = 12,2 + 200 = 212,2$ g

$c = \frac{10,4 \cdot 100}{212,2} = 4,9\%$.

**18. b)** $c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = x + 55$

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 = 160$ g

$M_{H_2O} = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$M_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = M_{CuSO_4} + 5M_{H_2O} = 160 + 5 \cdot 18 = 250$

$\Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 \cdot 5 H_2O = 250$ g

250 g $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ ..... 160 g $CuSO_4$

x g $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ ..... a $\Rightarrow a = 0,64x$ g

$20 = \frac{0,64x \cdot 100}{x + 55} \Rightarrow x + 55 = 5 \cdot 0,64x; \Rightarrow x = 25$ g

**19. c)** $\underset{2 \text{ moli}}{2Mg} + O_2 = \underset{2 \text{ moli}}{2MgO}$ (1 mol, x)

$\nu_{Mg} = \frac{24}{24} = 1$ mol

$M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow 1$ mol $O_2 = 32$ g

$\nu_{O_2} = \frac{32}{32} = 1$ mol

Teoretic $\nu_{Mg} : \nu_{O_2} = 2 : 1$

Practic $\nu_{Mg} : \nu_{O_2} = 1 : 1 \Rightarrow O_2$ în exces

x = 1 mol MgO

$M_{MgO} = A_{Mg} + A_O = 24 + 16 = 40 \Rightarrow 1$ mol $MgO = 40$ g

**20. c);**

**21. c)** $\underset{1 \text{ mol}}{CuCO_3} \xrightarrow{t^\circ C} \underset{1 \text{ mol}}{CuO} + CO_2 \uparrow$ (1 mol, x)

$\underset{1 \text{ mol}}{Cu(OH)_2} \xrightarrow{t^\circ C} \underset{1 \text{ mol}}{CuO} + H_2O$ (1 mol, y)

$M_{CuCO_3} = A_{Cu} + A_C + 3A_O = 64 + 12 + 3 \cdot 16 = 124 \Rightarrow 1$ mol $CuCO_3 = 124$ g

$M_{Cu(OH)_2} = A_{Cu} + 2(A_O + A_H) = 64 + 2(16 + 1) = 98 \Rightarrow 1$ mol $Cu(OH)_2 = 98$ g

$124a + 98a = 222 \Rightarrow a = 1$

$x = y = 1$ mol $CuO \Rightarrow \nu_{CuO\ total} = 2$ moli

$M_{CuO} = A_{Cu} + A_O = 64 + 16 = 80 \Rightarrow 1$ mol CuO = 80 g

$m_{CuO} = 2 \cdot 80 = 160$ g

**22. a)** $^{40}_{20}X$ nucleu 20 $p^+$ (+20) 20 n; înveliș electronic: $20e^-$ — $^{19}_{9}Y$ nucleu 9 $p^+$ (+9) 10n; înveliș electronic: $9e^-$

**c)** $M_{XY_2} = A_X + 2A_Y = 40 + 2 \cdot 19 = 78 \Rightarrow 1$ mol $XY_2 = 78$ g

$m_{XY_2} = 0,2 \cdot 78 = 15,6$ g ($m_d$); $m_s = m_d + m_{H_2O} = 15,6 + 200 = 215,6$ g

$$c = \frac{15,6 \cdot 100}{215,6} = 7,24\% \Rightarrow c = 7,24\%$$

**23.** $X_{K-2e^-L-8e^-M-2e^-} \xrightarrow{-2e^-} X^{2+}_{K-2e^-L-8e^-}$

**a)** grupa 2 (IIA); perioada a 3-a.

**b)** XO; $X(OH)_2$

**c)** $X + Cl_2 = XCl_2$

$X + S = XS$

$2X + O_2 = 2XO$

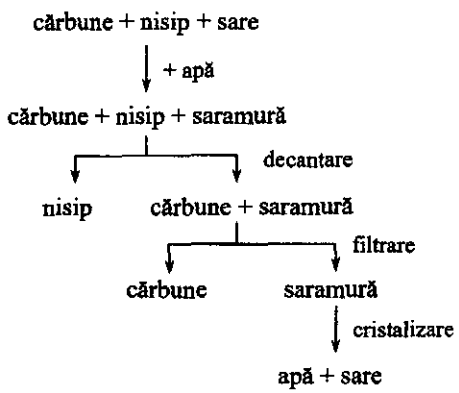
$X + 2HNO_3 = X(NO_3)_2 + H_2\uparrow$

**24.**
$$\begin{cases} Z_A = 1 \\ Z_A + Z_B = Z_D \\ 4Z_A = \frac{Z_D}{2} \Rightarrow Z_D = 8Z_A \end{cases}$$

$Z_A = 1$; $Z_B = 7$; $Z_D = 8 \Rightarrow$ A = H; B = N; D = O

**b)** $NH_3$; $H_2O$; NO; $NO_2$; $N_2O_3$; $HNO_3$; $HNO_2$.

**25.** Cu ajutorul unui magnet se îndepărtează fierul din amestec;




**26.** $\nu_{H_2O} = \nu_{metanol} = 10$ moli

$M_{CH_4O} = A_C + 4A_H + A_O = 12 + 4 \cdot 1 + 16 = 32 \Rightarrow 1$ mol $CH_3OH = 32$ g

$m_{CH_3OH} = \nu \cdot M = 320$ g



**27. a)** $m_{H_2O} = 1000$ g

$m_{s\,HCl} = \rho_s \cdot V_s = 1,163 \cdot 0,4 \cdot 10^3 = 465,2$ g

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_{d\,HCl} = 148,864$ g

$m_{s\,final} = 1000 + 465,2 = 1465,2$ g

$$c = \frac{148,864 \cdot 100}{1465,2} = 10,16\%$$

**b)** $2 = \frac{148,864 \cdot 100}{m_{s_2}} \Rightarrow m_{s_2} = 7443,2$ g

$m_{H_2O\,ad} = 7443,2 - 1465,2 = 5978$ g

$V_{H_2O\,ad.} = 5978$ mL

**c)** $c = 2 \cdot 10,16 = 20,32$

$x = m_{s\,ad.}$; $m_{d\,ad.} = 0,32x$

$$20,32 = \frac{(148,864 + 0,32x) \cdot 100}{1465,2 + x}$$

x = 1274,53 g sol. adăugată

$V_s = \frac{1274,53}{1,163} = 1095,9$ mL = 1,1 L $\Rightarrow V_s = 1$ L

**d)** $\overset{144,864g}{\underset{36,5\,g}{HCl}} + AgNO_3 \longrightarrow \overset{x}{\underset{143,5\,g}{AgCl}}\downarrow + HNO_3$

$M_{AgCl} = A_{Ag} + A_{Cl} = 108 + 35,5 = 143,5 \Rightarrow 1$ mol AgCl = 143,5 g

x = 585,26 g AgCl

**28. a)** $m_{d_1} = \frac{40}{100} \cdot 200 = 80$ g

$m_{d_2} = \frac{20}{100} \cdot 400 = 80$ g

$m_{d_f} = m_{d_1} + m_{d_2} = 80 + 80 = 160$ g

$m_{s_f} = m_{s_1} + m_{s_2} + m_{H_2O} = 200 + 400 + 400 = 1000$ g

$c_f = \frac{m_{df}}{m_{sf}} \cdot 100 = \frac{160 \cdot 100}{1000} = 16\% \Rightarrow c_f = 16\%$

**b)** $M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1$ mol NaOH = 40 g

$\nu_{NaOH} = \frac{160}{40} = 4$ moli $\Rightarrow \nu_{NaOH} = 4$ moli

**c)** $2\overset{4\,moli}{\underset{2\,moli}{NaOH}} + \overset{x}{\underset{1\,mol}{H_2SO_4}} \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

x = 2 moli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2\cdot1+32+4\cdot16 = 98 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \text{ g}$

$m_{H_2SO_4} = 2\cdot98 = 196 \text{ g } (m_d)$

$19,6 = \dfrac{196\cdot100}{m_s} \Rightarrow m_s = 1000 \text{ g sol. } H_2SO_4 \text{ 19,6\%}$

$\rho = \dfrac{m_s}{V_s}$; $V_s = \dfrac{1000}{1,14} = 877,19 \text{ mL} \Rightarrow V_s = 877,19 \text{ mL sol. } H_2SO_4 \text{ 19,6\%}$

**29.** $c = \dfrac{m_d\cdot100}{m_s}$; $m_d = 8 \text{ g } CuSO_4$

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64+32+4\cdot16 = 160 \Rightarrow 1 \text{ mol } CuSO_4 = 160 \text{ g}$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2\cdot1+16 = 18 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2O = 18 \text{ g}$

$M_{CuSO_4\cdot5H_2O} = M_{CuSO_4} + 5M_{H_2O} = 160+5\cdot18 = 250$

$\Rightarrow 1 \text{ mol } CuSO_4\cdot5H_2O = 250 \text{ g}$

$250 \text{ g } CuSO_4\cdot5H_2O$ ..... 160 g $CuSO_4$

x ..... 8 g $CuSO_4$

$\Rightarrow x = 12,5 \text{ g } CuSO_4\cdot5H_2O$

$m_{apă} = 50 - 12,5 = 37,5 \text{ g}$; $V_{apă} = 37,5 \text{ mL}$

**30.** $M_{BaCl_2} = A_{Ba} + 2A_{Cl} = 137+2\cdot35,5 = 208 \Rightarrow 1 \text{ mol } BaCl_2 = 208 \text{ g}$

$M_{BaCl_2\cdot2H_2O} = M_{BaCl_2} + 2A_{H_2O} = 208+2\cdot18 = 244$

$\Rightarrow 1 \text{ mol } BaCl_2\cdot2H_2O = 244 \text{ g}$

$m_{BaCl_2} = \dfrac{12}{100}\cdot100 = 12 \text{ g}$

$244 \text{ g } BaCl_2\cdot2H_2O$ ..... 208 g $BaCl_2$

x ..... 12 g $BaCl_2$

$\Rightarrow x = 14,077 \text{ g } BaCl_2\cdot2H_2O$

$m_{H_2O} = 100 - 14,08 = 85,92 \text{ g}$

**31.** $m_{CaCl_2} = 5 \text{ g}$

$M_{CaCl_2} = A_{Ca} + 2A_{Cl} = 40+2\cdot35,5 = 111 \Rightarrow 1 \text{ mol } CaCl_2 = 111 \text{ g}$

$M_{CaCl_2\cdot6H_2O} = M_{CaCl_2} + 6M_{H_2O} = 111+6\cdot18 = 219$

$\Rightarrow 1 \text{ mol } CaCl_2\cdot6H_2O = 219 \text{ g}$

$219 \text{ g } CaCl_2\cdot6H_2O$ ..... 111 g $CaCl_2$

x ..... 5 g $CaCl_2$

$x = 9,86 \text{ g } CaCl_2\cdot6H_2O$

$m_{H_2O} = 90,14 \text{ g}$

**32.** $m_d = \dfrac{2,65}{100}\cdot200 = 5,3 \text{ g } Na_2CO_3$



$M_{Na_2CO_3} = 2A_{Na} + A_C + 3A_O = 2\cdot23+12+3\cdot16 = 106$

$\Rightarrow 1 \text{ mol } Na_2CO_3 = 106 \text{ g}$

$M_{Na_2CO_3\cdot xH_2O} = M_{Na_2CO_3} + x\,M_{H_2O} = 106+18x$

$14,3 \text{ g } Na_2CO_3\cdot x\,H_2O$ ..... 5,3 g $Na_2CO_3$

$(106 + 18x) \text{g } Na_2CO_3\cdot x\,H_2O$ ..... 106 g $Na_2CO_3$

$\Rightarrow x = 10$

$m_{H_2O} = 200 - 14,3 = 185,7 \text{ g} \Rightarrow m_{H_2O} = 185,7 \text{ g}$

**33.** $m_s = 200 + 10,66 = 210,66 \text{ g}$

$m_d = \dfrac{3}{100}\cdot210,66 = 6,32 \text{ g } CrCl_3$

$M_{CrCl_3} = A_{Cr} + 3A_{Cl} = 52+3\cdot35,5 = 158,5 \Rightarrow 1 \text{ mol } CrCl_3 = 158,5 \text{ g}$

$10,66 \text{ g } CrCl_3\cdot x\,H_2O$ ..... 6,32 g $CrCl_3$

$(158,5 + 18x) \text{ g } CrCl_3\cdot x\,H_2O$ ..... 158,5 g $CrCl_3$

$\Rightarrow x = 6$

**34.** $\underset{160\text{ g}}{CuSO_4} + 2\,\overset{z}{NaOH} \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + 2\,\underset{142\text{ g}}{\overset{t}{Na_2SO_4}}$

**a)** $M_{CuSO_4} = 2A_{Cu} + A_S + 4A_O = 2\cdot64+32+4\cdot16 = 160$

$\Rightarrow 1 \text{ mol } CuSO_4 = 160 \text{ g}$

$M_{H_2O} = 18 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2O = 18 \text{ g}$

$M_{CuSO_4\cdot5H_2O} = M_{CuSO_4} + 5M_{H_2O} = 160+5\cdot18 = 250$

$\Rightarrow 1 \text{ mol } CuSO_4\cdot5H_2O = 250 \text{ g}$

$250 \text{ g } CuSO_4\cdot5H_2O$ ..... 160 g $CuSO_4$ ..... 90 g $H_2O$

25 g $CuSO_4\cdot5H_2O$ ..... x ..... y

$\Rightarrow x = 16 \text{ g } CuSO_4$; $y = 9 \text{ g } H_2O$

$c = \dfrac{m_d\cdot100}{m_s}$; $m_d = \dfrac{20}{100}\cdot50 = 10 \text{ g NaOH}$

$m_{H_2O} = 50 - 10 = 40 \text{ g}$

$m_{H_2O \text{ total}} = m_{H_2O \text{ din cristalohidrat}} + m_{H_2O \text{ din sol. NaOH}} + m_{H_2O} = 9+40+75 = 124 \text{ g}$

**b)** $m_{s\text{ final}} = m_{NaOH\text{ exces}} + m_{Na_2SO_4} + m_{H_2O \text{ total}}$

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23+16+1 = 40 \Rightarrow 1 \text{ mol NaOH} = 40 \text{ g}$

$\nu_{CuSO_4} = \dfrac{16}{160} = 0,1 \text{ moli}$; $\nu_{NaOH} = \dfrac{10}{40} = 0,25 \text{ moli}$

Teoretic $\nu_{CuSO_4} : \nu_{NaOH} = 1:2$

Practic $\nu_{CuSO_4} : \nu_{NaOH} = 0,1:0,25 = 1:2,5 \Rightarrow$ NaOH în exces

$z = \dfrac{2\cdot40\cdot16}{160} = 8 \text{ g NaOH}$

$m_{NaOH\ exces} = 10 - 8 = 2$ g

$M_{Na_2SO_4} = 2A_{Na} + A_S + 4A_O = 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16 = 142 \Rightarrow 1$ mol $Na_2SO_4 = 142$ g

$t = \frac{16 \cdot 142}{160} = 14,2$ g

$m_{s\ final} = 2 + 14,2 + 124 = 140,2$ g $\Rightarrow m_{s\ final} = 140,2$ g

c) 140,2 g soluție ..... 2 g NaOH ..... 14,2 g $Na_2SO_4$ ..... 124 g $H_2O$

100 g soluție ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = 1,43\%$ NaOH; $p_2 = 10,13\%$ $Na_2SO_4$; $p_3 = 88,45\%$ $H_2O$

**35.** $c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_d = \frac{20}{100} \cdot 117 = 23,4$ g NaCl

$M_{NaCl} = A_{Na} + A_{Cl} = 23 + 35,5 = 58,5 \Rightarrow 1$ mol NaCl = 58,5 g

$\nu_{NaCl} = \frac{23,4}{58,5} = 0,4$ moli

$Na \xrightarrow{-1e^-} Na^+$

$Cl \xrightarrow{+1e^-} Cl^-$

1 mol NaCl ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ ioni $Na^+$ ..... $10 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$ ai ionului $Na^+$

0,4 moli NaCl ..... x

$\Rightarrow x = 24,092 \cdot 10^{23}$ $e^-$

1 mol NaCl ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ ioni $Cl^-$ ..... $18 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$ ai ionului $Cl^-$

0,4 moli NaCl ..... y

$\Rightarrow y = 43,3656 \cdot 10^{23}$ $e^-$

$m_{H_2O} = 117 - 23,4 = 93,6$ g

H (Z = 1) $\Rightarrow$ 1 $e^-$; O (Z = 8) $\Rightarrow$ 8 $e^-$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$\nu_{H_2O} = \frac{93,6}{18} = 5,2$ moli

1 mol $H_2O$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi H ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$ ai atomilor H

5,2 moli $H_2O$ ..... z

$\Rightarrow z = 62,6392 \cdot 10^{23}$ $e^-$

1 mol $H_2O$ ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O ..... $8 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$ ai atomului O

5,2 moli $H_2O$ ..... t

$\Rightarrow t = 250,5568 \cdot 10^{23}$ $e^-$

nr. total $e^- = 24,092 \cdot 10^{23} + 43,3656 \cdot 10^{23} + 62,6392 \cdot 10^{23} + 250,5568 \cdot 10^{23}$

nr. total $e^- = 380,653 \cdot 10^{23}$

**36.** $N_A$ $e^-$

Presupunem x moli NaCl; y moli $H_2O$

$M_{NaCl} = 58,5 \Rightarrow 1$ mol NaCl = 58,5 g

$m_{NaCl} = 58,5x$ g



1 mol NaCl ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ ioni $Na^+$ ....$6,023 \cdot 10^{23}$ ioni $Cl^-$ ..... $28 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$

x moli NaCl ..... a

$\Rightarrow a = 28x \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$

1 mol $H_2O$ .... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi H ... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O ...$10 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$

y moli $H_2O$ ..... b

$\Rightarrow b = 10y \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$

nr. total $e^- = 168,644x \cdot 10^{23} + 60,23y \cdot 10^{23} = 6,023 \cdot 10^{23}$

$28x + 10y = 1$

$58,5x + 18y = m_s$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 5m_d$; $m_d = 58,5x$

$m_s = 292,5x$

$58,5x + 18y = 292,5x$

$\begin{cases} 18y = 234x \\ 28x + 10y = 1 \end{cases} \Rightarrow y = 13x$

x = 0,0063 moli NaCl; $m_d = 0,3686$ g NaCl; $m_s = \frac{0,3686 \cdot 100}{20} \Rightarrow$

$\Rightarrow m_s = 1,843$ g sol. NaCl 20%.

**37. a)** $M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \Rightarrow 1$ mol $CO_2 = 44$ g

$m_{CO_2} = 44 \cdot 0,2 = 8,8$ g

$\nu_{CO} = \frac{12,046 \cdot 10^{22}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 0,2$ moli

$M_{CO} = A_C + A_O = 12 + 16 = 28 \Rightarrow 1$ mol CO = 28 g

$m_{CO} = 0,2 \cdot 28 = 5,6$ g

$M_{N_2} = 2A_N = 2 \cdot 14 = 28 \Rightarrow 1$ mol $N_2 = 28$ g

$\nu_{N_2} = \frac{5,6}{28} = 0,2$ moli

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ mol $H_2 = 2$ g

$m_{H_2} = 2 \cdot 0,2 = 0,4$ g

$\nu_{total} = \nu_{CO_2} + \nu_{CO} + \nu_{N_2} + \nu_{H_2} = 0,8$ moli

25% din fiecare gaz (% molare).

$m_{gaze} = m_{CO_2} + m_{CO} + m_{N_2} + m_{H_2} = 8,8 + 5,6 + 5,6 + 0,4 = 20,4$ g

20,4 g gaze ..... 8,8 g $CO_2$ ..... 5,6 g CO ..... 5,6 g $N_2$ ..... 0,4 g $H_2$

100 g gaze ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$ ..... $p_4$

$\Rightarrow p_1 = 43,14\%$ $CO_2$; $p_2 = 27,45\%$ CO; $p_3 = 27,45\%$ $N_2$; $p_4 = 1,96\%$ $H_2$

**b)** $\overset{0,2\ moli}{\underset{2\ moli}{2\,CO}} + \overset{x}{\underset{1\ mol}{O_2}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{2\ moli}{2\,CO_2}}$

$\overset{0,2\text{ moli}}{2\,H_2} + \overset{y}{O_2} \longrightarrow 2\,H_2O$
$\underset{2\text{ moli}}{} \quad \underset{1\text{ mol}}{}$

$\Rightarrow x = 0,1$ moli $O_2$; $y = 0,1$ moli $O_2$

$\nu_{O_2\ total} = 0,2$ moli

$M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow 1$ mol $O_2 = 32$ g

$m_{O_2} = 0,2 \cdot 32 = 0,64$ g $\Rightarrow m_{O_2} = 0,64$ g

**c)** $\overset{t}{Ca(OH)_2} + \overset{0,4\text{moli}}{CO_2} \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$
$\underset{1\text{ mol}}{} \quad \underset{1\text{ mol}}{}$

$\Rightarrow z = 0,2$ moli $CO_2$ din reacție

$\nu_{CO_2\ total} = 0,4$ moli

$\nu_{Ca(OH)_2\ total} = 0,4$ moli

$M_{Ca(OH)_2} = A_{Ca} + 2(A_O + A_H) = 40 + 2(16+1) = 74$

$\Rightarrow 1$ mol $Ca(OH)_2 = 74$ g/mol

$m_{Ca(OH)_2} = 0,4 \cdot 74 = 29,6$ g ($m_d$)

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $5 = \frac{29,6 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 592$ g sol. $Ca(OH)_2$ 5%

**38.** $2Ca + O_2 \longrightarrow 2CaO$ — a = Ca

$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$ — b = $O_2$

$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$ — d = CaO

$CaO + CO_2 \longrightarrow CaCO_3$ — e = $Ca(OH)_2$

$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$ — f = $CaCl_2$

h = $CaCO_3$

**39.** $\overset{x\text{ moli}}{\underset{2\text{ moli}}{2\,Al}} + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + \overset{a}{\underset{3\text{ moli}}{3\,H_2}}\uparrow$

$\overset{y\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{Mg}} + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + \overset{b}{\underset{1\text{ mol}}{H_2}}\uparrow$

x moli Al; y moli Mg

$$\begin{cases} 27x + 24y = 66 \\ a + b = 3,5 \\ a = 1,5x \\ b = y \end{cases}$$

$$\begin{cases} 27x + 24y = 66 \\ 1,5x + y = 3,5 \end{cases} \Rightarrow x = 2 \text{ moli Al} \Rightarrow m_{Al} = 2 \cdot 27 = 54 \text{ g}$$

$\Rightarrow y = 0,5$ moli Mg; $m_{Mg} = 0,5 \cdot 24 = 12$ g



66 g aliaj Al-Mg ..... 54 g Al ..... 12 g Mg

100 g aliaj Al-Mg ..... $p_1$ ..... $p_2$

**40.** HCl + turnesol $\longrightarrow$ coloraţie roşie

HCl + fenolftaleină $\longrightarrow$ incolor

$HCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$
pp. alb-brânzos

$H_2SO_4$ + turnesol $\longrightarrow$ coloraţie roşie

$H_2SO_4$ + fenolftaleină $\longrightarrow$ incolor

$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$
pp. alb-lăptos

NaCl + turnesol $\longrightarrow$ coloraţie violet

NaCl + fenolftaleină $\longrightarrow$ incolor

$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$
pp. alb-brânzos

$Na_2SO_4$ + turnesol $\longrightarrow$ coloraţie violet

$Na_2SO_4$ + fenolftaleină $\longrightarrow$ incolor

$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2NaCl$
pp. alb-lăptos

NaOH + fenolftaleină $\longrightarrow$ coloraţie roşu-carmin

NaOH + turnesol $\longrightarrow$ coloraţie albastră

**41.** $\overset{x}{\underset{2\cdot 23\text{ g}}{2\,Na}} + \overset{y}{\underset{2\cdot 18\text{ g}}{2\,H_2O}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{2\cdot 40\text{ g}}{2\,NaOH}} + \overset{0,4\text{ g}}{\underset{2\text{ g}}{H_2}}\uparrow$

**a)** $m_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ mol $H_2 = 2$ g

x = 9,2 g Na

**b)** $M_{H_2O} = 2\,A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

y = 7,2 g $H_2O$; $m_{H_2O\ total} = 7,2 + \frac{90}{100} \cdot 7,2 = 13,68$ g

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1$ mol NaOH = 40 g

z = 16 g NaOH

$m_s = m_d + m_{H_2O\ exces} = 16 + 6,48 = 22,48$ g

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $c = \frac{16 \cdot 100}{22,48} \Rightarrow c = 71,17\%$

**c)** $\overset{16\text{ g}}{\underset{40\text{ g}}{NaOH}} + \overset{t}{\underset{1\text{ mol}}{HCl}} \longrightarrow \overset{a}{\underset{1\text{mol}}{NaCl}} + \overset{c}{\underset{1\text{ mol}}{H_2O}}$

$\Rightarrow t = 0,4$ moli HCl

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$m_{HCl} = \nu \cdot M = 0,4 \cdot 36,5 = 14,6$ g

$$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s};\ m_s = \frac{14,6 \cdot 100}{20} = 73\ g$$

$$\rho = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow V_s = 66,36\ mL\ sol.\ HCl\ 20\%$$

**d)** $\underset{1\ mol}{\overset{0,4\ moli}{NaCl}} + \underset{1\ mol}{\overset{b}{AgNO_3}} = AgCl\downarrow + NaNO_3$

a = 0,4 moli NaCl

b = 0,4 moli $AgNO_3$

$M_{AgNO_3} = A_{Ag} + A_N + 3A_O = 108 + 14 + 3 \cdot 16 = 170 \Rightarrow 1\ mol\ AgNO_3 = 170\ g$

$m_{AgNO_3} = \nu \cdot M = 170 \cdot 0,4 = 68\ g\ (m_d)$

$$10 = \frac{68 \cdot 100}{m_s};\ m_s = 680\ g\ sol.\ AgNO_3\ 10\%$$

**e)** $m_{H_2O\ total} = m_{H_2O\ exces} + m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} + m_{H_2O\ din\ reactie} + m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3}$

$m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} = 73 - 14,6 = 58,4\ g$

$m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3} = 680 - 68 = 612\ g$

c = 0,4 moli $H_2O$

$m_{H_2O\ din\ reactie} = 18 \cdot 0,4 = 7,2\ g$

$m_{H_2O\ total} = 6,48 + 58,4 + 612 + 7,2 = 684,08\ g$

$m_{H_2O\ total} = 684,08\ g$

## 3.4. Probleme propuse, recapitulative pentru clasa a VII-a

**8.** 40 kg cărbune;
**9.** 1550 g $CuCO_3$; $6,023 \cdot 10^{24}$ molecule gaz;
**10.** 26,74%;
**11. a)** 1168 g; **b)** 1,6 moli; 35,84 L;
**12. a)** Zn; **c)** 146 g HCl 35,84 L; **d)** 1148 g AgCl; 13,6 kg sol. $AgNO_3$;
**13.** 6,4 t;
**14.** 340 kg;
**15.** 1 mol $O_2$; 64 g;
**16.** 321,52 mL soluție; 1077 g apă;
**17.** 28,7 g AgCl; 212,5 g soluție $AgNO_3$ 16%;
**18. a)** 40 kg; **b)** 100 kg; **c)** 1 kmol; **d)** 850 kg;
**19.** 18,4 g Na; 0,2 moli sare;
**21.** a > 24,5 g;
**22. d)** 5,53%;



**23. f)** 4,75%; **g)** 6,33%;
**25.** 12,9%;
**26.** 22,73%;
**27.** 48,48%;
**28.** 600 g; 361,15 mL;
**29.** 49 g; 0,1 moli;
**30.** 30,2 g; 22,26 %;
**31. b)** 2,9 g; **c)** 14,35;
**32.** Sn;
**33. c)** 3542,86 kg; **d)** 34 t soluție;
**34. a)** 0,4 moli; **b)** 16 g; **c)** 152,8 g; $51,128 \cdot 10^{23}$ molecule g; **d)** 26,82%;
**35.** 2,445 : 1;
**36.** $2,5 \cdot 10^{-3}$ moli precipitat; $1,556 \cdot 10^{23}$ molecule.

# Cap. 4. Nemetale

## 4.1. Hidrogenul

1. **a)** F; Hidrogenul prezintă trei izotopi.
   **b)** A;
   **c)** F; Hidrogenul este un gaz mai uşor decât aerul.
   **d)** F; Hidrogenul se dizolvă foarte puţin în apă.
   **e)** F; Hidrogenul are caracter reducător.
2. Hidrogenul se găseşte în stare liberă în stele şi în spaţiul interstelar. Pe Pământ este foarte răspândit sub formă de combinaţii, intrând în compoziţia apei şi în majoritatea compuşilor organici. Hidrogenul este un gaz incolor, inodor, insipid, cu o densitate mai mică decât a aerului. Deoarece hidrogenul este elementul cu atomul cel mai puţin voluminos, viteza de difuziune este mare. Reacţionează cu oxigenul, formând apa, cu metalele reactive, când rezultă hidruri, cu clorul, când se formează acid clorhidric, cu azotul rezultând amoniac, iar cu oxizii unor metale duce la metale şi apă. Hidrogenul are caracter reducător.
3. Hidrogenul este un gaz care arde şi nu întreţine viaţa. Se găseşte foarte răspândit pe Pământ sub formă de combinaţii. Este un gaz mai uşor decât aerul, puţin solubil în apă. Reacţionează cu unii oxizi de metal, dovedindu-şi astfel caracterul său reducător.
4. 1) e; 2) f; 3) b; 4) a; 5) d; 6) f; 7) c.
5. Hidrogen uşor (protiu) ${}_1^1H$ { nucleu (+1) { $1p^+$, $0n$ ; înveliş electronic (−1) : $1e^-$

   Hidrogen greu (deuteriu) ${}_1^2H$ (${}_1^2D$) { nucleu (+1) { $1p^+$, $1n$ ; înveliş electronic (−1) : $1e^-$

   Hidrogen supragreu (tritiu) – ${}_1^3H$ (${}_1^3T$) { nucleu (+1) { $1p^+$, $2n$ ; înveliş electronic (−1) : $1e^-$
6. $M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2\cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2O = 18 \text{ g}$



18 g $H_2O$ ..... $6{,}023 \cdot 10^{23}$ molecule $H_2O$ ..... $2 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi H
x ..... $7{,}77 \cdot 10^{16}$ atomi H

$$x = \frac{18 \cdot 7{,}77 \cdot 10^{16}}{2 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23}} = 1{,}161 \cdot 10^{-6} \text{ g } H_2O \Rightarrow m_{H_2O} = 1{,}161 \cdot 10^{-6} \text{ g}$$

7. **a)** 1 mol gaz ..... $6{,}023 \cdot 10^{23}$ molecule
a ..... x molecule

$$\Rightarrow a = \frac{x}{6{,}023 \cdot 10^{23}} = 0{,}167 \cdot 10^{-23} \text{ moli}$$

$\nu_{H_2} = \nu_{CO_2} = 0{,}167 \cdot 10^{-23}$ moli

**b)** $M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g}$

$m = \nu \cdot M$ ; $m_{H_2} = 0{,}332 \cdot 10^{-23}$ g

$M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \Rightarrow 1 \text{ mol } CO_2 = 44 \text{ g}$

$m_{CO_2} = 44 \cdot 0{,}167 \cdot 10^{-23} = 7{,}31 \cdot 10^{-23} \text{ g} \Rightarrow m_{CO_2} = 7{,}31 \cdot 10^{-23}$ g

8. $M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g}$

$$\nu_{H_2} = \frac{20 \cdot 10^3}{2} = 10^4 \text{ kmoli } H_2$$

1 mol $H_2$ ..... $6{,}023 \cdot 10^{23}$ molecule $H_2$
$10^7$ moli $H_2$ ..... x
$\Rightarrow x = 6{,}023 \cdot 10^{30}$ molecule $H_2$

9. $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$
$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$
$Zn + 2HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2\uparrow$
$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$
$Fe + H_2SO_{4\ diluat} \longrightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$
$Fe + 2HNO_{3\ diluat} \longrightarrow Fe(NO_3)_2 + H_2\uparrow$
$3\,Fe + 4\,H_2O(v) \xrightarrow{t^oC} Fe_3O_4 + 4\,H_2\uparrow$
$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$
$2Na + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2\uparrow$
$2Na + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2\uparrow$
$2Na + 2HNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + H_2\uparrow$
$2\,Al + 3\,H_2O \xrightarrow{t^oC} Al_2O_3 + 3\,H_2\uparrow$
$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$
$2Al + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$
$2Al + 2NaOH + 6H_2O \longrightarrow 2[Na(Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$
$2CH_4 + O_2 \longrightarrow 2CO\uparrow + 4H_2\uparrow$
$CH_4 + H_2O(v) \longrightarrow CO\uparrow + 3H_2\uparrow$

$CH_4 \xrightarrow{t^oC} C + 2\,H_2\uparrow$

$2\,NaCl + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

**10.** $\overset{20\text{ moli}}{2\,H_2} + \overset{x}{O_2} \longrightarrow \overset{y}{2\,H_2O}$

$2\text{ moli} \quad 1\text{ mol} \quad 2\text{ moli}$

$M_{H_2} = 2A_H = 2\cdot 1 = 2 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2 = 2\text{ g}$

$\nu_{H_2} = \frac{m}{M} = 20\text{ moli}$

$x = 10\text{ moli } O_2;$

$M_{O_2} = 2A_O = 2\cdot 16 = 32 \Rightarrow 1\text{ mol } O_2 = 32\text{ g}$

$m_{O_2} = \nu\cdot M = 10\cdot 32 = 320\text{ g} \Rightarrow m_{O_2} = 320\text{ g}$

$y = \frac{2\cdot 20}{2} = 20\text{ moli } H_2O$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2\cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2O = 18\text{ g}$

$m_{H_2O} = 20\cdot 18 = 360\text{ g} \Rightarrow m_{H_2O} = 360\text{ g}$

**11.** $\overset{x}{2\,K} + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,KOH + \overset{0,2\text{ g}}{H_2}\uparrow$

$2\cdot 39\text{ g} \qquad 2\text{ g}$

$M_{H_2} = 2A_H = 2\cdot 1 = 2 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2 = 2\text{ g}$

$x = \frac{2\cdot 39\cdot 0,2}{2} = 7,8 \Rightarrow m_K = 7,8\text{ g}$

**12.** $\overset{0,25\text{ moli}}{Mg} + 2\,HCl \longrightarrow MgCl_2 + \overset{x}{H_2}\uparrow$ $\qquad x = 0,25\text{ moli } H_2 \Rightarrow m_{H_2} = 0,5\text{ g}$

$1\text{ mol} \qquad 1\text{ mol}$

$\overset{0,25\text{ moli}}{2\,Al} + 6\,HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,\overset{y}{H_2}\uparrow$ $\qquad y = 0,375\text{ moli } H_2 \Rightarrow m_{H_2} = 0,75\text{ g}$

$2\text{ moli} \qquad 3\text{ moli}$

$\overset{0,25\text{ moli}}{Zn} + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + \overset{z}{H_2}\uparrow$ $\qquad z = 0,25\text{ moli } H_2 \Rightarrow m_{H_2} = 0,5\text{ g}$

$1\text{ mol} \qquad 1\text{ mol}$

Prin reacția aluminiului cu acidul clorhidric se obține cea mai mare cantitate de hidrogen.

**13.** $\overset{6,5\text{ g}}{Zn} + 2\,HCl \longrightarrow \overset{y}{ZnCl_2} + \overset{x}{H_2}\uparrow$

$65\text{ g} \qquad 1\text{ mol} \qquad 2\text{ g}$

**a)** Hidrogenul. Un chibrit aprins în atmosferă de hidrogen se stinge (hidrogenul nu întreține arderea) și se produce o pocnitură (hidrogenul participă la reacția de ardere).

**b)** $M_{H_2} = 2A_H = 2\cdot 1 = 2 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2 = 2\text{ g}$

$x = \frac{2\cdot 6,5}{65} = 0,2\text{ g } H_2 \Rightarrow m_{H_2} = 0,2\text{ g}$

**c)** $y = 0,1\text{ moli } ZnCl_2$



Clorurile se identifică folosind o soluție de azotat de argint, când se formează un precipitat alb-brânzos fotosensibil:

$ZnCl_2 + 2\,AgNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + 2\,AgCl\downarrow$

**14.** $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$

$H_2 + Br_2 \longrightarrow 2HBr$

$3H_2 + N_2 \longrightarrow 2NH_3$

$2H_2 + C \longrightarrow CH_4$

$H_2 + S \longrightarrow H_2S$

$H_2 + CuO \longrightarrow Cu + H_2O$

Toți compușii rezultați, cu excepția Cu, prezintă legătură covalentă polară.

**15.** $\overset{5\text{ moli}}{2\,H_2O} \xrightarrow{\text{electroliză}} \overset{x}{2H_2}\uparrow + \overset{y}{O_2}\uparrow$

$2\text{ moli} \qquad 2\text{ moli} \quad 1\text{ mol}$

$\Rightarrow x = 5\text{ moli } H_2$; nr. molecule $H_2 = 5\cdot 6,023\cdot 10^{23}$

$y = 2,5\text{ moli } O_2$; nr. molecule $O_2 = 2,5\cdot 6,023\cdot 10^{23}$

nr. total de molecule $= 7,5\cdot 6,023\cdot 10^{23} = 45,1725\cdot 10^{23}$

**16.** $\overset{x}{CH_4} \xrightarrow{t^oC} \overset{2,4\text{ g}}{C} + 2\,\overset{y}{H_2}\uparrow$

$16\text{ g} \qquad 12\text{ g} \qquad 2\cdot 2\text{ g}$

$M_{CH_4} = A_C + 4A_H = 12 + 4\cdot 1 = 16 \Rightarrow 1\text{ mol } CH_4 = 16\text{ g}$

$x = \frac{16\cdot 2,4}{12} = 3,2\text{ g } CH_4$

$M_{H_2} = 2A_H = 2\cdot 1 = 2 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2 = 2\text{ g}$

$y = \frac{2\cdot 2\cdot 2,4}{12} = 0,8\text{ g } H_2 \Rightarrow m_{H_2} = 0,8\text{ g}$

**17.** $\overset{x}{2\,Na} + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + \overset{0,2\text{ moli}}{H_2}\uparrow$

$2\text{ moli} \qquad 1\text{ mol}$

$x = 0,4\text{ moli Na}$

$m_{Na} = \nu\cdot A_{Na} = 0,4\cdot 23 = 9,2\text{ g}$

$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}}\cdot 100;\ p = \frac{9,2\cdot 100}{10} \Rightarrow p = 92\%$

**18.** $\overset{390\text{ g}}{Zn} + 2\,\overset{x}{HCl} \longrightarrow ZnCl_2 + \overset{y}{H_2}\uparrow$

$65\text{ g} \qquad 2\cdot 36,5\text{ g} \qquad 1\text{ mol}$

**a)** $m_{Zn\,pur} = \frac{75}{100}\cdot 520 = 390\text{ g}$

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1\text{ mol } HCl = 36,5\text{ g}$

$x = \frac{390\cdot 2\cdot 36,5}{65} = 438\text{ g } (m_d)$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $36,5 = \frac{438 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 1200$ g sol. HCl 36,5%

**b)** $y = \frac{390 \cdot 1}{65} = 6$ moli $H_2 \Rightarrow \nu_{H_2} = 6$ moli

**19.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,Na}} + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + \underset{1\text{ mol}}{\overset{0,02\text{ moli}}{H_2}}\uparrow$

$N_2 + \underset{3\text{ moli}}{\overset{0,02\text{ moli}}{3\,H_2}} \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{y}{2\,NH_3}}$

$\Rightarrow x = 0,04$ moli Na; $m_{Na} = 0,04 \cdot 23 = 0,92$ g

$m_{Na} = 0,92$ g

$y = \frac{0,02 \cdot 2}{3} = 0,0133$ moli $NH_3 \Rightarrow \nu_{NH_3} = 0,0133$ moli

$M_{NH_3} = A_N + 3A_H = 14 + 3 \cdot 1 = 17 \Rightarrow 1$ mol $NH_3 = 17$ g

$m_{NH_3} = 0,0133 \cdot 17 = 0,2267$ g $\Rightarrow m_{NH_3} = 0,2267$ g

**20.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{10\text{ moli}}{2\,Na}} + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + \underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{H_2}}\uparrow$

$\underset{1\text{ mol}}{\overset{5\text{ moli}}{H_2}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{S}} \longrightarrow H_2S$

$\nu_{Na} = \frac{230}{23} = 10$ moli

$x = \frac{10 \cdot 1}{2} = 5$ moli $H_2$; $y = 5$ moli S; $m_S = 5 \cdot 32 = 160$ g $\Rightarrow m_S = 160$ g

**21.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Zn}} + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + \underset{1\text{ mol}}{\overset{4\text{ moli}}{H_2}}\uparrow$ r. de substituție (obținerea $H_2$ în laborator)

$ZnCl_2 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2\,AgCl\downarrow + Zn(NO_3)_2$ – r. de schimb (recunoașterea clorurilor cu o soluție de azotat de argint)

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ – r. de combinare (obținerea flăcării oxihidrice)

$H_2 + CuO \longrightarrow Cu + H_2O$ – r. de substituție (obținerea metalelor pure)

$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ – r. de combinare (sinteza amoniacului)

$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$ – r. de combinare (obținerea țipirigului)

$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$ – r. de substituție (obținerea $H_2$ în laborator)

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$ – r. de schimb (neutralizarea unui acid cu o bază)

| | | | |
|---|---|---|---|
| a = HCl | b = $ZnCl_2$ | d = $H_2$ | e = AgCl |
| f = $Zn(NO_3)_2$ | g = $H_2O$ | h = Cu | i = $NH_3$ |
| j = $NH_4Cl$ | k = Na | l = NaOH | |



**d)** x = 4 moli Zn; $m_{Zn} = 4 \cdot 65 = 260$ g

$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100$; $80 = \frac{260 \cdot 100}{m_{impură}} \Rightarrow m_{impură} = 325$ g Zn

**22.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{0,2\text{ moli}}{2\,Al}} + 2\,\underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{NaOH}} + 6\,H_2O \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{y}{2\,Na[Al(OH)_4]}} + \underset{3\text{ moli}}{\overset{y}{3\,H_2}}\uparrow$

**a)** $\nu_{Al} = \frac{5,4}{27} = 0,2$ moli

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_d = 16$ g NaOH

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1$ mol NaOH = 40g

$\nu_{NaOH} = \frac{16}{40} = 0,4$ moli

Teoretic $\nu_{Al} : \nu_{NaOH} = 1:1$

Practic $\nu_{Al} : \nu_{NaOH} = 0,2:0,4 = 1:2 \Rightarrow$ NaOH în exces

$x = \frac{0,2 \cdot 2}{2} = 0,2$ moli NaOH $\Rightarrow \nu_{NaOH\ exces} = 0,2$ moli

$m_{NaOH\ exces} = 8$ g

**b)** $y = \frac{0,2 \cdot 3}{2} = 0,3$ moli $H_2$

Un chibrit aprins în atmosferă de hidrogen se stinge (hidrogenul nu întreține arderea) și se produce o pocnitură (hidrogenul participă la reacția de ardere).

**c)** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{0,2\text{ moli}}{2\,NaOH}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{H_2SO_4}} \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$z = \frac{0,2 \cdot 1}{2} = 0,1$ moli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$m_{H_2SO_4} = 0,1 \cdot 98 = 9,8$ g ($m_d$)

$m_s = \frac{9,8 \cdot 100}{49} = 20$ g $\Rightarrow m_s = 20$ g sol. $H_2SO_4$ 49%

**23.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{0,2\text{ moli}}{2\,Na}} + 2\,\underset{2\text{ moli}}{\overset{t}{H_2O}} \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,NaOH}} + H_2\uparrow$

$\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,2\text{ moli}}{NaOH}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{v}{HNO_3}} \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{NaNO_3}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{H_2O}}$

$\nu_{Na} = \frac{4,6}{23} = 0,2$ moli

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$\nu_{H_2O} = \frac{180}{18} = 10$ moli

Teoretic $\nu_{Na} : \nu_{H_2O} = 1:1$

Practic $\nu_{Na} : \nu_{H_2O} = 1:50 \Rightarrow H_2O$ în exces

$m_{s\ final} = m_{NaNO_3} + m_{H_2O\ din\ reactie} + m_{H_2O\ exces} + m_{H_2O\ din\ sol.\ HNO_3}$

x = 0,2 moli NaOH

y = 0,2 moli $NaNO_3$

$M_{NaNO_3} = A_{Na} + A_N + 3A_O = 23 + 14 + 3 \cdot 16 = 85 \Rightarrow 1$ mol $NaNO_3 = 85$ g

$m_{NaNO_3} = 0,2 \cdot 85 = 17$ g ($m_d$)

z = 0,2 moli $H_2O$ din reacție

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$m_{H_2O\ din\ reactie} = 0,2 \cdot 18 = 3,6$ g

t = 0,2 moli $H_2O$ reacționată

$m_{H_2O\ reactionata} = 0,2 \cdot 18 = 3,6$ g

$m_{H_2O\ in\ exces} = 180 - 3,6 = 176,4$ g

v = 0,2 moli $HNO_3$

$M_{HNO_3} = A_H + A_N + 3A_O = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63 \Rightarrow 1$ mol $HNO_3 = 63$ g

$m_{HNO_3} = 0,2 \cdot 63 = 12,6$ g

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_s = 50,4$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ HNO_3} = 50,4 - 12,6 = 37,8$ g

$m_{s\ final} = 17 + 3,6 + 176,4 + 37,8 = 17 + 217,8 = 234,8$ g

$c = \frac{17 \cdot 100}{234,8} = 7,24\% \Rightarrow c = 7,24\%$

**24.** $\underset{2\ moli}{\overset{x\ moli}{2\,H_2}} + \underset{1\ mol}{\overset{a}{O_2}} \longrightarrow 2\,H_2O$

$\nu_{H_2} = x$ moli; $\nu_{O_2} = y$ moli; $O_2$ în exces

x + y = 5

a = 0,5x moli $O_2$ reacționat

y = 0,5x + 1

$x + 0,5x + 1 = 5 \Rightarrow 1,5x = 4$ x = 2,67 moli $H_2$; y = 2,33 moli $O_2$

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ mol $H_2 = 2$ g

$M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow 1$ mol $O_2 = 32$ g

$m_{H_2} = 2 \cdot 2,67 = 5,34$ g; $m_{O_2} = 32 \cdot 2,33 = 74,56$ g

$m_{amestec} = m_{H_2} + m_{O_2} = 79,9$ g



79,9 g amestec ..... 5,34 g $H_2$ ..... 74,56 g $O_2$

100 g amestec ..... $p_1$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_1 = 6,68\%\ H_2$; $p_2 = 93,32\%\ O_2$

**25.** $\underset{56\ g}{\overset{1120\ g}{Fe}} + \underset{98\ g}{\overset{x}{H_2SO_4}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{z}{FeSO_4}} + \underset{1\ mol}{\overset{y}{H_2}}\uparrow$

**a)** $M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$x = \frac{1120 \cdot 98}{56} = 1960$ g $H_2SO_4$

$m_{H_2SO_4\ exces} = \frac{20}{100} \cdot 1960 = 392$ g; $m_{H_2SO_4\ total} = 2352$ g

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $20 = \frac{2352 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 11760$ g sol. $H_2SO_4$ 20%

**b)** $y = \frac{1 \cdot 1120}{56} = 20$ moli $H_2$

1 mol $H_2$ ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule $H_2$

20 moli $H_2$ ..... a

$\Rightarrow a = 12,046 \cdot 10^{24}$ molecule $H_2$

**c)** z = 20 moli $FeSO_4$

Sulfații se identifică folosind o soluție de clorură de bariu, când se formează un precipitat alb-lăptos de sulfat de bariu.

$FeSO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + FeCl_2$

**26.** $\underset{2\ moli}{\overset{5\ moli}{2\,H_2O}} \xrightarrow{electroliză} \underset{2\ moli}{\overset{x}{2\,H_2}}\uparrow + O_2\uparrow$ – r. de descompunere (obținerea $H_2$ și $O_2$)

$\underset{1\ mol}{\overset{5\ moli}{H_2}} + Cl_2 \longrightarrow \underset{2\ moli}{\overset{y}{2\,HCl}}$ – r. de combinare (sinteza industrială a HCl)

$\underset{1\ mol}{\overset{10\ moli}{HCl}} + \underset{1\ mol}{\overset{z}{AgNO_3}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{t}{AgCl}}\downarrow + HNO_3$ – r. de schimb (recunoașterea clorului din compuși folosind o soluție de $AgNO_3$)

$HCl + KOH \longrightarrow KCl + H_2O$ – r. de schimb (neutralizarea acizilor)

$2KCl + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2HCl$ – r. de schimb (obținerea HCl)

$K_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2KCl$ – r. de schimb (recunoașterea grupei sulfat cu o soluție de $BaCl_2$)

$2\,KClO_3 \xrightarrow{t^\circ C} 2\,KCl + 3\,O_2\uparrow$ – r. de descompunere (obținerea $O_2$ în laborator)

$O_2 + 2Ca \longrightarrow 2CaO$ – r. de combinare (oxidarea Ca)

$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$ – r. de combinare (stingerea varului)

$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$ – r. de schimb (recunoașterea $CO_2$ cu apă de var; întărirea varului pe perete)

a = $H_2$ b = $O_2$ d = HCl c = AgCl

f = $HNO_3$ g = KCl h = $K_2SO_4$ i = $BaSO_4$
j = $KClO_3$ k = CaO l = $Ca(OH)_2$ m = $CaCO_3$

**d)** $M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 16 = 18 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2O = 18 \text{ g}$

$\nu_{H_2O} = \frac{m}{M} = \frac{90}{18} = 5$ moli

$x = \frac{2 \cdot 10}{2} = 5$ moli $H_2$; $y = \frac{2 \cdot 5}{1} = 10$ moli HCl; z = 10 moli $AgNO_3$

$M_{AgNO_3} = A_{Ag} + A_N + 3A_O = 108 + 14 + 3 \cdot 16 = 170 \Rightarrow 1 \text{ mol } AgNO_3 = 170 \text{ g}$

$m_{AgNO_3} = 10 \cdot 170 = 1700$ g

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $20 = \frac{1700 \cdot 100}{m_s}$; $m_s = 8500$ g sol. $AgNO_3$ 20%

t = 10 moli AgCl

$M_{AgCl} = A_{Ag} + A_{Cl} = 108 + 35,5 = 143,5 \Rightarrow 1 \text{ mol AgCl} = 143,5 \text{ g}$

$m_{AgCl} = 10 \cdot 143,5 = 1435 \text{ g} \Rightarrow m_{AgCl} = 1435 \text{ g}$

**27.** $\underset{80\text{ g}}{\overset{x}{CuO}} + \underset{2\text{ g}}{\overset{y}{H_2}} \longrightarrow \underset{64\text{ g}}{\overset{128\text{ g}}{Cu}} + H_2O$

**a)** $M_{CuO} = A_{Cu} + A_O = 64 + 16 = 80 \Rightarrow 1 \text{ mol CuO} = 80 \text{ g}$

$x = \frac{80 \cdot 128}{64} = 160$ g CuO pur

$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100$; $p = \frac{160 \cdot 100}{200} = 80\% \Rightarrow p = 80\%$

**b)** $M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g}$

$y = \frac{2 \cdot 128}{64} = 4$ g $H_2$; $m_{H_2 \text{ in exces}} = \frac{25}{100} \cdot 4 = 1$ g

$m_{H_2 \text{ total}} = 5$ g

**28.** $H_2 + \underset{1\text{ mol}}{\overset{2\text{ moli}}{Cl_2}} \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2HCl}}$

**a)** $M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g}$

$\nu = \frac{m}{M}$; $\nu_{H_2} = \frac{10}{2} = 5$ moli

Teoretic $\nu_{H_2} : \nu_{Cl_2} = 1:1$

Practic $\nu_{H_2} : \nu_{Cl_2} = 5:2 \Rightarrow H_2$ în exces

$\nu_{H_2 \text{ in exces}} = 3$ moli; $m_{H_2 \text{ in exces}} = 6$ g

**b)** x = 4 moli HCl



**c)** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{NaOH}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{4\text{ moli}}{HCl}} \longrightarrow NaCl + H_2O$

y = 4 moli NaOH

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1 \text{ mol NaOH} = 40 \text{ g}$

$m_{NaOH} = \nu \cdot M = 4 \cdot 40 = 160 \text{ g} \Rightarrow m_{NaOH} = 160 \text{ g}$

**29.** $\underset{42\text{ g}}{\overset{x}{CaH_2}} + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + \underset{2 \cdot 2\text{ g}}{\overset{20\text{ g}}{2H_2}} \uparrow$

**a)** $M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g}$

$M_{CaH_2} = A_{Ca} + 2A_H = 40 + 2 \cdot 1 = 42 \Rightarrow 1 \text{ mol } CaH_2 = 42 \text{ g}$

$x = \frac{42 \cdot 20}{2 \cdot 2} = 210$ g $CaH_2$; $m_{CaH_2} = 210$ g

$\nu_{CaH_2} = \frac{m}{M} = \frac{210}{42} = 5$ moli; $\nu_{CaH_2} = 5$ moli

**b)** $CaH_2 + \underset{2 \cdot 18\text{ g}}{\overset{y}{2H_2O}} \longrightarrow Ca(OH)_2 + \underset{2 \cdot 2\text{ g}}{\overset{280\text{ g}}{2H_2}} \uparrow$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2O = 18 \text{ g}$

$y = \frac{2 \cdot 18 \cdot 280}{2 \cdot 2} = 2520$ $H_2O$; $m_{H_2O} = 2520$ g

**c)** $\underset{42\text{ g}}{\overset{84\text{ g}}{CaH_2}} + \underset{2 \cdot 18\text{ g}}{\overset{z}{2H_2O}} \longrightarrow \underset{74\text{ g}}{\overset{t}{Ca(OH)_2}} + 2H_2 \uparrow$

$\nu_{CaH_2} = \frac{84}{42} = 2$ moli; $\nu_{H_2O} = \frac{1800}{18} = 100$ moli

$H_2O$ în exces

$z = \frac{2 \cdot 18 \cdot 84}{42} = 72$ g $H_2O$ reacționată

$m_{H_2O \text{ rămasă}} = 1800 - 72 = 1728$ g

$M_{Ca(OH)_2} = A_{Ca} + 2(A_O + A_H) = 40 + 2(16 + 1) = 74 \Rightarrow 1 \text{ mol } Ca(OH)_2 = 74 \text{ g}$

$t = \frac{74 \cdot 84}{42} = 148$ g $Ca(OH)_2$ ($m_d$)

$m_s = m_d + m_{H_2O} = 148 + 1728 = 1876$ g

$c = \frac{148 \cdot 100}{1876} = 7,89\%$; c = 7,89%

**30.** Cu + HCl ⟶ nu reacționează

$\underset{65\text{ g}}{\overset{x}{Zn}} + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + \underset{2\text{ g}}{\overset{6\text{ g}}{H_2}} \uparrow$

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g}$

$x = \frac{65 \cdot 6}{2} = 195$ g Zn; $\nu_{Zn} = \frac{195}{65} = 3$ moli

$m_{Cu} = 250 - 195 = 55$ g

$\nu_{Cu} = \frac{55}{64} = 0{,}86$ moli

250 g aliaj Cu - Zn ..... 195 g Zn ..... 55 g Cu

100 g aliaj Cu - Zn ..... $p_1$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_1 = \frac{195 \cdot 100}{250} = 78\%$ Zn; $p_2 = \frac{55 \cdot 100}{250} = 22\%$ Cu

78% Zn; 22% Cu (procente masice)

$\nu_{Zn} + \nu_{Cu} = 3{,}86$ moli

3,86 moli Cu - Zn ..... 3 moli Zn ..... 0,86 moli Cu

100 moli Cu - Zn ..... $p_3$ ..... $p_4$

$\Rightarrow p_3 = 77{,}72\%$ Zn; $p_4 = 22{,}28\%$ Cu (procente molare)

**31.** Cu + HCl $\longrightarrow$ nu reacționează

$\overset{130\text{ g}}{Zn} + 2\overset{y}{HCl} \longrightarrow ZnCl_2 + \overset{x}{H_2}\uparrow$

$65\text{ g} \quad 2 \cdot 36{,}5\text{ g} \quad 1\text{ mol}$

**a)** $m_{Zn} = \frac{65}{100} \cdot 200 = 130$ g; $m_{Cu} = 70$ g

**b)** $x = \frac{130 \cdot 1}{65} = 2$ moli $H_2$; $\nu_{H_2} = 2$ moli

**c)** $M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35{,}5 = 36{,}5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$y = \frac{2 \cdot 36{,}5 \cdot 130}{65} = 146$ g HCl ($m_d$)

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_s = 584$ g sol. HCl 25%

**32.** $\overset{12\text{ kmoli}}{H_2} + Cl_2 \longrightarrow 2\overset{y}{HCl}$

$1\text{ kmol} \quad 2\text{ moli}$

**a)** 1 h ..... 0,5 kmoli $H_2$

24 h ..... x $\Rightarrow z = 12$ kmoli $H_2$

y = 24 kmoli HCl/zi

**b)** $M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35{,}5 = 36{,}5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$m_{HCl} = \nu \cdot M = 24 \cdot 36{,}5 = 876$ kg ($m_d$)

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_s = 2400$ kg sol. HCl 36,5%

$m_{H_2O} = m_s - m_d$; $m_{H_2O} = 2400 - 876 = 1524$ kg $\Rightarrow m_{H_2O} = 1524$ kg



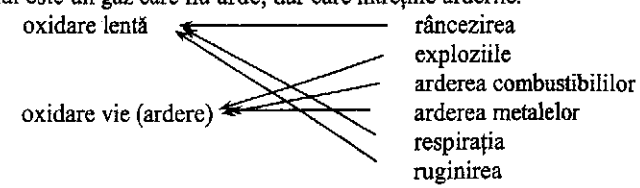
# 4.2 Oxigenul

**1.** **a)** F; Oxigenul se găsește în aerul atmosferic în proporție volumetrică de 21%.
**b)** A;
**c)** F; Oxigenul este un gaz puțin solubil în apă.
**d)** A;
**e)** F; Un mol de $O_2$ conține $12{,}046 \cdot 10^{23}$ atomi de oxigen.
**f)** A.

**2.** Oxigenul este cel mai răspândit element de pe Pământ, găsindu-se în stare liberă în aer și sub formă de compuși în apă, oxizi, săruri ale acizilor oxigenați, minerale, roci și în organismele animale și vegetale. Este un gaz incolor, inodor, cu o densitate mai mare decât a aerului. Reacționează cu aproape toate elementele, formând oxizi. Forma alotropică a oxigenului se numește ozon.

**3.** Oxigenul se prezintă sub formă diatomică. Este situat în grupa a 16-a și are valență constantă II. Este un gaz puțin solubil în apă, făcând posibilă viața plantelor și animalelor subacvatice.
Oxigenul este un element care formează ioni negativi, manifestându-și caracterul electronegativ.
Oxigenul este un gaz care nu arde, dar care întreține arderile.

**4.**




**5.** $^{16}_{8}O$ { nucleu (+8) { 8p⁺, 8n ; învelis electronic: 8e⁻ (-8) } ; $^{17}_{8}O$ { nucleu (+8) { 8p⁺, 9n ; învelis electronic: 8e⁻ (-8) } ;

$^{18}_{8}O$ { nucleu (+8) { 8p⁺, 10n ; învelis electronic: 8e⁻ (-8) }

**6.** $\overline{A}_O = \frac{99{,}76}{100} \cdot 16 + \frac{0{,}04}{100} \cdot 17 + \frac{0{,}20}{100} \cdot 18 = 15{,}9616 + 0{,}0068 + 0{,}036 = 16{,}0044$

**7.** $2\,H_2O_{\text{acidulată sau alcalinizată}} \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,H_2\uparrow + O_2\uparrow$

$2\,H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2\,H_2O + O_2\uparrow$

$2\,PbO_2 \xrightarrow{t^\circ C} 2\,PbO + O_2\uparrow$

$2\,KClO_3 \xrightarrow{t^\circ C} 2\,KCl + 3\,O_2\uparrow$

$2\,HgO \xrightarrow{t^\circ C} 2\,Hg + O_2\uparrow$

**8.** $:\ddot{O}: + :\ddot{O}: \longrightarrow :\ddot{O}::\ddot{O}:$ sau $:O=O:$ – legătură covalentă nepolară dublă

$H\cdot + \cdot\ddot{O}\cdot + \cdot H \longrightarrow H\ddot{O}H$ sau $H-\ddot{O}-H$ – 2 legături covalente polare simple

$Na\cdot + \cdot\ddot{O}\cdot + \cdot Na \longrightarrow 2Na^+ + :\ddot{O}:^{2-} \xrightarrow{f.e.s.} 2Na^+:\ddot{O}:^{2-}$ – legătură ionică ($Na_2O$)

$:O: + :C: + :O: \longrightarrow :O::C::O:$ sau $:O=C=O:$ – 2 legături covalente polare duble

$:\ddot{F}\cdot + \cdot\ddot{O}\cdot + \cdot\ddot{F}: \longrightarrow :\ddot{F}\ddot{O}\ddot{F}:$ sau $:\ddot{F}-\ddot{O}-\ddot{F}:$ – 2 legături covalente polare simple

$Ca + :\ddot{O}: \longrightarrow Ca^{2+} + :\ddot{O}:^{2-} \xrightarrow{f.e.s.} Ca^{2+}:\ddot{O}:^{2-}$ – legătură ionică

**9.** $\overset{2,45\,g}{2\,KClO_3} \xrightarrow{t^\circ C} 2\,KCl + 3\,\overset{x}{O_2}\uparrow$

$\underset{2\cdot122,5\,g}{}$ $\underset{3\cdot32\,g}{}$

$M_{KClO_3} = A_K + A_{Cl} + 3A_O = 39 + 35,5 + 3\cdot16 = 122,5$

$\Rightarrow 1\text{ mol } KClO_3 = 122,5\text{ g}$

$M_{O_2} = 2A_O = 2\cdot16 = 32 \Rightarrow 1\text{ mol } O_2 = 32\text{ g}$

$x = \dfrac{3\cdot32\cdot2,45}{2\cdot122,5} = 0,96\text{ g } O_2 \Rightarrow m_{O_2} = 0,96\text{ g}$

**10.** $\overset{x}{2\,HgO} \xrightarrow{t^\circ C} 2\,Hg + \overset{2,5\,moli}{O_2}\uparrow$

$\underset{2\text{ moli}}{}$ $\underset{1\text{ mol}}{}$

$x = \dfrac{2\cdot2,5}{1} = 5\text{ moli } HgO \Rightarrow \nu_{HgO} = 5\text{ moli}$

$M_{HgO} = A_{Hg} + A_O = 201 + 16 = 217 \Rightarrow 1\text{ mol } HgO = 217\text{ g}$

$\nu = \dfrac{m}{M} \Rightarrow m = \nu\cdot M \Rightarrow m = 5\cdot217 = 1085\text{ g } HgO$

$m_{HgO} = 1085\text{ g}$

**11.** $\overset{4,9\,g}{2\,KClO_3} \xrightarrow{t^\circ C} 2KCl + 3\,\overset{x}{O_2}\uparrow$

$\underset{2\cdot122,5\,g}{}$ $\underset{3\text{ moli}}{}$

$M_{KClO_3} = A_K + A_{Cl} + 3A_O = 39 + 35,5 + 3\cdot16 = 122,5$

$\Rightarrow 1\text{ mol } KClO_3 = 122,5\text{ g}$

$x = \dfrac{3\cdot4,9}{2\cdot122,5} = 0,06\text{ moli } O_2$



$V = \nu\cdot22,4;\ V_{O_2} = 0,06\cdot22,4 = 1,344\text{ L} \Rightarrow V_{O_2} = 1,344\text{ L}$

**12.** $\overset{0,84\,g}{3\,Fe} + 2\,\overset{x}{O_2} \longrightarrow Fe_3O_4$

$\underset{3\cdot56\,g}{}$ $\underset{2\text{ moli}}{}$

$x = \dfrac{2\cdot0,84}{3\cdot56} = 0,01\text{ moli } O_2$

nr. molecule $= \nu\cdot N_A$

nr. molecule $O_2 = 6,023\cdot10^{21}$

**13)** $\overset{x}{2\,H_2O_2} \xrightarrow{MnO_2} 2\,H_2O + \overset{16\,g}{O_2}\uparrow$

$\underset{2\text{ moli}}{}$ $\underset{32\,g}{}$

**a)** $M_{O_2} = 2A_O = 2\cdot16 = 32 \Rightarrow 1\text{ mol } O_2 = 32\text{ g}$

$\nu = \dfrac{m}{M};\ \nu = \dfrac{16}{32} = 0,5\text{ moli } O_2 \Rightarrow \nu_{O_2} = 0,5\text{ moli}$

**b)** Oxigenul se identifică folosind o aşchie de brad adusă la incandescenţă ce se aprinde cu o flacără în prezenţa oxigenului (oxigenul este un gaz care nu arde, dar care întreţine arderea).

**c)** $x = \dfrac{2\cdot16}{32} = 1\text{ mol } H_2O_2$

$M_{H_2O_2} = 2A_H + 2A_O = 2\cdot1 + 2\cdot16 = 34 \Rightarrow 1\text{ mol } H_2O_2 = 34\text{ g}$

$m = \nu\cdot M$

$m = 1\cdot34 \Rightarrow m_{H_2O_2} = 34\text{ g}$

nr. molecule $= \nu\cdot N_A$

nr. molecule $H_2O_2 = 6,023\cdot10^{23}$

**14.** $\overset{y}{2\,H_2O} \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,H_2\uparrow + \overset{0,01\text{ moli}}{O_2}\uparrow$

$\underset{2\cdot18\,g}{}$ $\underset{1\text{ mol}}{}$

$2\,Mg + \overset{x}{O_2} \longrightarrow \overset{0,8\,g}{2\,MgO}$

$\underset{1\text{ mol}}{}$ $\underset{2\cdot40\,g}{}$

**a)** $M_{MgO} = A_{Mg} + A_O = 24 + 16 = 40 \Rightarrow 1\text{ mol } MgO = 40\text{ g}$

$x = \dfrac{1\cdot0,8}{2\cdot40} = 0,01\text{ moli } O_2 \Rightarrow \nu_{O_2} = 0,01\text{ moli}$

**b)** $M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2\cdot1 + 16 = 18$

$y = \dfrac{2\cdot18\cdot0,01}{1} = 0,36\text{ g} \Rightarrow m_{H_2O} = 0,36\text{ g}$

**15. a)** $\overset{980\,g}{2\,KClO_3} \xrightarrow{t^\circ C} 2\,KCl + 3\,\overset{x}{O_2}\uparrow$

$\underset{2\cdot122,5\,g}{}$ $\underset{3\cdot32\,g}{}$

$p_{KClO_3} = 80\%;\ m_{KClO_3\,pur} = \dfrac{80}{100}\cdot1225 = 980\text{ g}$

$M_{KClO_3} = A_K + A_{Cl} + 3A_O = 39 + 35,5 + 3\cdot16 = 122,5$

$\Rightarrow$ 1 mol $KClO_3$ = 122,5 g

$M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow$ 1 mol $O_2$ = 32 g

$$x = \frac{3 \cdot 32 \cdot 980}{2 \cdot 122,5} = 384 \text{ g } O_2 \Rightarrow m_{O_2} = 348 \text{ g}$$

**b)** $\nu_{O_2} = \frac{384}{32} = 12$ — 6 moli $O_2$ se folosesc pentru arderea cărbunelui

6 moli $O_2$ se folosesc pentru arderea sulfului

$$\overset{4,5 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{C}} + \overset{y}{\underset{1 \text{ mol}}{O_2}} \longrightarrow \overset{t}{\underset{1 \text{ mol}}{CO_2}}$$

$$m_C = \frac{90}{100} \cdot 60 = 54 \text{ g}; \ \nu_C = \frac{54}{12} = 4,5 \text{ moli}$$

Teoretic $\nu_C : \nu_{O_2} = 1:1$

Practic $\nu_C : \nu_{O_2} = 4,5:6 = 3:4$ | $\Rightarrow$ $O_2$ în exces

y = 4,5 moli $O_2$ reacționat $\Rightarrow$ $\nu_{O_2}$ în exces = 6 – 4,5 = 1,5 moli

$$\overset{5 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{S}} + \overset{z}{\underset{1 \text{ mol}}{O_2}} \longrightarrow \overset{v}{\underset{1 \text{ mol}}{SO_2}};$$

$$m_S = \frac{80}{100} \cdot 200 = 160; \ \nu_S = \frac{160}{32} = 5 \text{ moli}$$

Teoretic $\nu_S : \nu_{O_2} = 1:1$

Practic $\nu_S : \nu_{O_2} = 5:6$ | $\Rightarrow$ $O_2$ în exces

z = 5 moli $O_2$ reacționat $\Rightarrow$ $\nu_{O_2}$ în exces = 6 – 5 = 1 mol

$\nu_{O_2}$ total în exces = 1,5 + 1 = 2,5 moli; $\nu_{O_2}$ în exces = 2,5 moli

$m_{O_2 \text{ exces}} = 80$ g

**c)** t = 4,5 moli $CO_2$; v = 5 moli $SO_2$;

$\nu_{gaze\ final} = \nu_{CO_2} + \nu_{SO_2} + \nu_{O_2 \text{ exces}} = 4,5 + 5 + 2,5$ $\nu_{gaze\ final}$ = 12 moli

**16.** $\overset{x}{\underset{2 \cdot 34 \text{ g}}{2\,H_2O_2}} \xrightarrow{MnO_2} 2\,H_2O + \overset{0,4 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{O_2}} \uparrow$ — a = $H_2O$

$\overset{0,4 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{O_2}} + S \longrightarrow \overset{y}{\underset{1 \text{ mol}}{SO_2}}$ — b = $O_2$

$\overset{0,4 \text{moli}}{2\,SO_2} + O_2 \longrightarrow \overset{z}{2\,SO_3}$ (2 moli) — d = $SO_2$

$\overset{0,4 \text{ moli}}{SO_3} + H_2O \longrightarrow \overset{t}{H_2SO_4}$ (1 mol) — e = $SO_3$

f = $H_2SO_4$

**a)** $M_{H_2O_2} = 2A_H + 2A_O = 2 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 34 \Rightarrow$ 1 mol $H_2O_2$ = 34 g



$$x = \frac{2 \cdot 34 \cdot 0,4}{1} = 27,2 \text{ g } H_2O_2 \ (m_d)$$

$$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}; \ 5 = \frac{27,2 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = \frac{27,2 \cdot 100}{5}$$

$m_s$ = 544g sol. $H_2O_2$ 5%

**b)** y = 0,4 moli $SO_2$; z = 0,4 moli $SO_3$; t = 0,4 moli $H_2SO_4$

**17. a)** $\overset{355 \text{ g}}{\underset{35,5 \text{ g}}{Cl}} + \overset{x}{\underset{1 \text{ mol}}{O_3}} \longrightarrow ClO + O_2$

$$x = \frac{355}{35,5} = 10 \text{ moli } O_3 \Rightarrow \nu_{O_3} = 10 \text{ moli}$$

**b)** $\overset{1 \text{ kmol}}{\underset{1 \text{ kmol}}{Cl}} + \overset{}{\underset{}{O_3}} \longrightarrow ClO + \overset{y}{\underset{1 \text{ kmol}}{O_2}}$

y = 1 kmol $O_2$

$V_{O2} = V \cdot 22,4 \Rightarrow V_{O2} = 22,4 \cdot 10^3$ L; $V_{O2} = 22,4 \text{ m}^3$

**18.** $\overset{1000 \text{ kg}}{\underset{2 \cdot 48 \text{ kg}}{2\,O_3}} \xrightarrow{\text{u.v.}} \overset{x}{\underset{3 \text{ kmoli}}{3\,O_2}}$

$M_{O_3} = 3A_O = 3 \cdot 16 = 48 \Rightarrow$ 1 kmol $O_3$ = 48 kg

$$x = \frac{3 \cdot 1000}{2 \cdot 48} = 31,25 \text{ kmoli } O_2$$

nr. molecule = $\nu \cdot N_A = 31,25 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 10^3 = 188,22 \cdot 10^{26}$

nr. molecule $O_3 = 1,8822 \cdot 10^{28}$

**19.** $2\,H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2\,H_2O + O_2 \uparrow$ – r. descompunere (obținerea $O_2$ în laborator)

$2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliza}} 2\,H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$ r. descompunere (obținerea $H_2$ și a $O_2$)

$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$ – r. combinare (sinteza acidului clorhidric)

$2HCl + Zn \longrightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$ – r. de substituție (obținerea $H_2$ în laborator)

$ZnCl_2 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2AgCl \downarrow + Zn(NO_3)_2$ – r. de schimb (recunoașterea ionului $Cl^-$)

$O_2 + C \longrightarrow CO_2$ – r. de combinare (arderea cărbunelui)

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ – r. combinare (obținerea sifonului)

$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$ – r. de schimb (recunoașterea $CO_2$)

$2HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$ – r. de schimb (neutralizarea unui acid cu o bază)

| | | | |
|---|---|---|---|
| a = $H_2O_2$ | b = $H_2O$ | d = $O_2$ | e = $H_2$ |
| f = HCl | g = $ZnCl_2$ | h = AgCl | i = $Zn(NO_3)_2$ |
| j = $CO_2$ | k = $H_2CO_3$ | l = $CaCO_3$ | m = $CaCl_2$ |

**c)** $H_2O_2$; $H_2O$; HCl; $CO_2$ $\rightarrow$ legătură covalentă polară

$O_2$; $H_2$ $\rightarrow$ legătură covalentă nepolară

$ZnCl_2$ $\rightarrow$ legătură ionică

**e)** $\overset{850\ g}{2\,H_2O_2} \xrightarrow{MnO_2} \overset{y}{2\,H_2O} + \overset{x}{O_2}\uparrow$
$\underset{2\cdot 34\ g}{}\qquad\qquad\underset{2\ moli}{}\qquad\underset{1\ mol}{}$

$\overset{25\ moli}{2\,H_2O} \xrightarrow{electroliza} \overset{t}{2\,H_2}\uparrow + \overset{v}{O_2}\uparrow$
$\underset{2\ moli}{}\qquad\qquad\underset{2\ moli}{}\qquad\underset{1\ mol}{}$

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow 85 = \dfrac{m_d \cdot 100}{1000} \Rightarrow m_d = 850\ g\ H_2O_2$

$M_{H_2O_2} = 2A_H + 2A_O = 2\cdot 1 + 2\cdot 16 = 34 \Rightarrow 1\ mol\ H_2O_2 = 34\ g$

$x = \dfrac{850\cdot 1}{2\cdot 34} = 12,5\ moli\ O_2;\ y = \dfrac{2\cdot 850}{2\cdot 34} = 25\ moli\ H_2O$

$t = \dfrac{25\cdot 2}{2} = 25\ moli\ H_2;\ v = \dfrac{25}{2} = 12,5\ moli\ O_2$

$\nu_{gaze} = 12,5 + 25 + 12,5 = 50\ moli \Rightarrow \nu_{gaze} = 50\ moli$

**20.** $2\,KClO_3 \xrightarrow{t^\circ C} 2\,KCl + 3\,O_2\uparrow$ – r. descompunere (obținerea $O_2$)

$KCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$ – r. schimb (reacție de recunoaștere a clorurilor cu azotat de argint)

$O_2 + 2H_2 \longrightarrow 2H_2O$ – r. combinare (obținerea flăcării oxihidrice)

$\left.\begin{aligned} O_2 + S &\longrightarrow SO_2 \\ 2SO_2 + O_2 &\longrightarrow 2SO_3 \\ SO_3 + H_2O &\longrightarrow H_2SO_4 \end{aligned}\right\}$ reacții de combinare (obținerea acidului sulfuric)

$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ – r. de schimb (neutralizarea unui acid cu o bază)

$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2NaCl$ – r. de schimb (reacție de recunoaștere a sulfaților cu clorură de bariu)

| | | | |
|---|---|---|---|
| $a = KClO_3$ | sare | $b = KCl$ | sare |
| $d = O_2$ | nemetal | $e = AgCl$ | sare |
| $f = H_2O$ | oxid | $g = SO_2$ | oxid |
| $h = SO_3$ | oxid | $i = H_2SO_4$ | acid |
| $j = Na_2SO_4$ | sare | $k = BaSO_4$ | sare |

**d)** $M_{KClO_3} = A_K + A_{Cl} + 3\,A_O = 39 + 35,5 + 3\cdot 16 = 122,5$

$\Rightarrow 1\ molKClO_3 = 122,5\ g$

$\nu_{KClO_3} = \dfrac{122,5}{122,5} = 1\ mol;\ 1\ mol\ KClO_3 \rightarrow 1,5\ moli\ O_2 \rightarrow 1,5\ moli\ SO_2 \rightarrow$

$\rightarrow 1,5\ moli\ SO_3 \rightarrow 1,5\ moli\ H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2\,A_H + A_S + 4A_O = 2\cdot 1 + 32 + 4\cdot 16 = 98 \Rightarrow 1\ mol\ H_2SO_4 = 98\ g$

$m = \nu \cdot M = 1,5\cdot 98 = 147\ g \Rightarrow m_{H_2SO_4} = 147\ g$



**e)** $m_{pur} = 175\cdot\dfrac{70}{100} = 122,5\ g$

$\nu_{KClO_3} = 1\ mol$

$1\ mol\ KClO_3 \rightarrow 1,5\ moli\ O_2 \rightarrow 1,5\ moli\ H_2SO_4 \rightarrow 3\ moli\ NaOH$

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1\ mol\ NaOH = 40\ g$

$m_{NaOH} = 3\cdot 40 = 120\ g$

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s};\ 40 = \dfrac{120\cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 300\ g\ sol.\ NaOH\ 40\%$

**21.** $\overset{9\ g}{C_6H_{12}O_6} + 6\,O_2 \longrightarrow \overset{x}{6\,CO_2} + 6\,H_2O + Q$
$\underset{180\ g}{}\qquad\qquad\underset{6\ moli}{}$

$M_{C_6H_{12}O_6} = 6\,A_C + 12\,A_H + 6\,A_O = 6\cdot 12 + 12\cdot 1 + 6\cdot 16 = 180$

$\Rightarrow 1\ mol\ C_6H_{12}O_6 = 180\ g$

$x = \dfrac{6\cdot 9}{180} = 0,3\ moli\ CO_2$

$V_{O_2} = \nu \cdot 22,4;\ V_{CO_2} = 0,3\cdot 22,4;\ V_{CO_2} = 6,72\ L$

**22.** $\overset{8,5\ g}{4\,NH_3} + 5\,\overset{y}{O_2} \rightleftarrows 4\,\overset{x}{NO} + 6\,H_2O$
$\underset{4\cdot 17\ g}{}\qquad\underset{5\cdot 32\ g}{}\qquad\underset{4\ moli}{}$

**a)** $M_{NH_3} = A_N + 3\,A_H = 14 + 3\cdot 1 = 17 \Rightarrow 1\ mol\ NH_3 = 17\ g$

$x = \dfrac{8,5\cdot 4}{4\cdot 17} = 0,5\ moli\ NO$

$M_{NO} = A_N + A_O = 14 + 16 = 30 \Rightarrow 1\ mol\ NO = 30\ g$

$m_{NO} = 0,5\cdot 30 = 15\ g \Rightarrow m_{NO} = 15\ g$

**b)** $M_{O_2} = 2\,A_O = 2\cdot 16 = 32 \Rightarrow 1\ mol\ O_2 = 32\ g$

$y = 20\ g\ O_2;\ m_{O_2} = 20\ g$

**c)** $\nu_{NH_3} = \dfrac{1,5}{17} = 0,088\ moli;\ \nu_{O_2} = \dfrac{1}{32} = 0,03125$

Teoretic: $\nu_{NH_3} : \nu_{O_2} = 4:5$

Practic: $\nu_{NH_3} : \nu_{O_2} = 0,088 : 0,03125 = 2,82:1 \Rightarrow NH_3$ în exces

$4\ moli\ NH_3$ ..... $5\ moli\ O_2$

$y$ ..... .....$0,03125\ moli\ O_2 \Rightarrow y = 0,025\ moli\ NH_3$ reacționat

$m_{NH_3\ reactionat} = 0,025\cdot 17 = 0,425\ g$

$m_{NH_3\ exces} = 1,5 - 0,425;\ m_{NH_3\ exces} = 1,075\ g$

**23. a)** $62,5\ moli\ O_2$;

**b)** $M_{C_8H_{18}} = 8A_C + 18\,A_H = 8\cdot 12 + 18\cdot 1 = 114 \Rightarrow 1\ mol\ C_8H_{18} = 114\ g$

$m_{O_2} = 17,54\ g$

c) $\rho = \frac{m}{V}$; $m = \rho \cdot V = 5 \cdot 0{,}692 = 3{,}46$ g $C_8H_{18}$

$m_{O_2} = 12{,}14$ g

**24. a)** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,H_2}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{4\text{ moli}}{O_2}} \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{y}{2\,H_2O}}$

$\underset{2\text{ moli}}{\overset{0{,}2\text{ moli}}{2\,Na}} + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + \underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{H_2}}\uparrow$

**b)** $M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ mol $H_2 = 2$ g

$M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow 1$ mol $O_2 = 32$ g

$\nu_{H_2} = \frac{40}{2} = 20$ moli

Teoretic $\nu_{H_2} : \nu_{O_2} = 2:1$

Practic $\nu_{H_2} : \nu_{O_2} = 20:4 = 5:1$ $\mid \Rightarrow H_2$ în exces

**c)** $x = 4 \cdot 2 = 8$ moli $H_2$ reacționat

$\nu_{H_2\text{ exces}} = 20 - 8 = 12$ moli; $y = \frac{4 \cdot 2}{1} = 8$ moli $H_2O$

$\nu_{Na} = \frac{4{,}6}{23} = 0{,}2$ moli

Teoretic $\nu_{Na} : \nu_{H_2O} = 1:1$

Practic $\nu_{Na} : \nu_{H_2O} = 0{,}2:8 = 1:40$ $\mid \Rightarrow H_2O$ în exces

$z = \frac{0{,}2 \cdot 1}{2} = 0{,}1$ moli $H_2$; $\nu_{H_2\text{ total}} = 12 + 0{,}1 = 12{,}1$ moli

$\nu_{H_2} = 12{,}1$ moli

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ mol $H_2 = 2$ g

$m_{H_2} = 2 \cdot 12{,}1 \Rightarrow m_{H_2} = 24{,}2$

**d)** $H_2O$ – indispensabilă vieții
NaOH – obținerea săpunului
$H_2$ – obținerea margarinei

**25.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,KClO_3}} \xrightarrow{t^\circ C} 2\,KCl + \underset{3 \cdot 32\text{ g}}{\overset{4\text{ g}}{3\,O_2}}$

$M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow 1$ mol $O_2 = 32$ g

$M_{KClO_3} = A_K + A_{Cl} + 3A_O = 39 + 35{,}5 + 3 \cdot 16 = 122{,}5$

$\Rightarrow 1$ mol $KClO_3 = 122{,}5$ g

$x = \frac{2 \cdot 4}{3 \cdot 32} = 0{,}083$ moli $KClO_3 \Rightarrow m_{KClO_3} = 10{,}21$ g



$\underset{2\text{ moli}}{\overset{y}{2\,KHCO_3}} \longrightarrow K_2O + \underset{18\text{ g}}{\overset{1{,}8\text{ g}}{H_2O}} + \underset{2 \cdot 44\text{ g}}{\overset{z}{2\,CO_2}}\uparrow$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$M_{KHCO_3} = A_K + A_H + A_C + 3A_O = 39 + 1 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$

$\Rightarrow 1$ mol $KHCO_3 = 100$ g

$y = \frac{2 \cdot 1{,}8}{18} = 0{,}2$ moli $KHCO_3$; $m_{KHCO_3} = 20$ g

$M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \Rightarrow 1$ mol $CO_2 = 44$ g

$z = \frac{2 \cdot 44 \cdot 1{,}8}{18} = 8{,}8$ g $CO_2$; $m_{CO_2\text{ rezultat în ultima reacție}} = 13{,}2 - 8{,}8 = 4{,}4$ g

$\underset{1\text{ mol}}{\overset{t}{K_2CO_3}} = K_2O + \underset{44\text{ g}}{\overset{4{,}4\text{ g}}{CO_2}}$

$t = \frac{4{,}4 \cdot 1}{44} = 0{,}1$ moli $K_2CO_3$

$M_{K_2CO_3} = 2A_K + A_C + 3A_O = 2 \cdot 39 + 12 + 3 \cdot 16 = 138 \Rightarrow 1$ mol $K_2CO_3 = 138$ g

$m_{K_2CO_3} = 13{,}8$ g; $m_{KCl} = 55{,}99$ g

**26.** $U_xO_y$

$m_O = 2{,}949 - 2{,}5 = 0{,}449$ g

2,949 g $U_xO_y$ ..... .....2,5 g U ..... .....0,449 g O

(238 x + 16y) g $U_xO_y$..... 238 x g U..... 16y g O

$238x \cdot 0{,}449 = 16y \cdot 2{,}5 \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{16 \cdot 2{,}5}{238 \cdot 0{,}449} \Rightarrow \frac{x}{y} = 0{,}37$; $x = 0{,}37\,y$

$8x = 3y$ $U_3O_8$

**27.** $m_O = 1{,}257 - 1{,}01 = 0{,}247$ g $Zn_2O_x$

1,01g Zn ..... 0,247 g O

130 g Zn ..... 16x g O $\mid \Rightarrow 16x \cdot 1{,}01 = 0{,}247 \cdot 130$

$x = 2$ ZnO

**28.** $m_O = 3{,}978 - 3{,}178 = 0{,}8$ g $Cu_2O_x$

3,178 g Cu ..... 0,8 g O

$2 \cdot 64$ g Cu ..... 16 x g O $\mid \Rightarrow x = \frac{2 \cdot 64 \cdot 0{,}8}{3{,}178 \cdot 16} = 2$ CuO

$M_{CuO} = A_{Cu} + A_O = 64 + 16 = 80 \Rightarrow 1$ mol $CuO = 80$ g

80 g CuO ..... 64 g Cu ..... 16 g O

100 g CuO ..... $p_1$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_1 = \frac{100 \cdot 64}{80} \Rightarrow p_1 = 80\%$ Cu; $p_2 = 100 - p_1 \Rightarrow p_2 = 20\%$ O

**29.** $\underset{4\text{ moli}}{\overset{a}{4\,M}} + O_2 \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{2x\text{ moli}}{2\,M_2O}}$ x = nr. moli $M_2O_2$

$$\underset{2\text{ moli}}{\overset{b}{2\,M}} + O_2 \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{x\text{ moli}}{M_2O_2}}$$

a = 4x moli M; b = 2x moli M

$$\begin{cases} 4xA_M + 2xA_M = 5,85 \\ 2x\,(2A_M + 16) + x\,(2A_M + 2\cdot 16) = 7,45 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 6x\,A_M = 5,85 \\ 6x\,A_M + 64x = 7,45 \end{cases} \Rightarrow x = 0,025 \text{ moli } M_2O_2$$

$A_M = 39 \Rightarrow K$

**30.** $\underset{2\cdot 122,5\text{ g}}{\overset{x}{2\,KClO_3}} \xrightarrow{MnO_2} \underset{2\cdot 74,5\text{ g}}{\overset{y}{2\,KCl}} + \underset{3\cdot 32\text{ g}}{\overset{0,22\text{ g}}{3\,O_2}}\uparrow$ $MnO_2$ este catalizatorul

**a)** $m_{O_2} = 5 - 4,78 = 0,22\text{ g} \Rightarrow m_{O_2} = 0,22\text{ g}$

**b)** $M_{KClO_3} = A_K + A_{Cl} + 3A_O = 39 + 35,5 + 3\cdot 16 = 122,5$

$\Rightarrow$ 1 mol $KClO_3$ = 122,5 g

$$x = \frac{2\cdot 122,5\cdot 0,22}{3\cdot 32} = 0,56\text{ g } KClO_3$$

**c)** $m_{MnO_2} = 5 - 0,56 = 4,44$ g,

5 g amestec ..... 0,56g $KClO_3$ ..... 4,44g $MnO_2$

100 g amestec..... $p_2$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_1 = 11,2\%\ KClO_3$; $p_2 = 88,8\%\ MnO_2$

**d)** $M_{KCl} = A_K + A_{Cl} = 39 + 35,5 = 74,5 \Rightarrow$ 1 mol KCl = 74,5 g

$$y = \frac{2\cdot 74,5\cdot 0,22}{3\cdot 32} = 0,34 \text{ KCl};\ \nu_{KCl} = 0,004 \text{ moli}$$

**31.** $2\,SO_2 + \underset{1\text{ mol}}{O_2} + 2\,H_2O \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,H_2SO_4}}$

Teoretic $\nu_{SO_2} : \nu_{O_2} = 2:1$

Practic $\nu_{SO_2} : \nu_{O_2} = 5:1$ $\Rightarrow SO_2$ în exces

x = 2 moli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2\cdot 1 + 32 + 4\cdot 16 = 98 \Rightarrow$ 1 mol $H_2SO_4$ = 98 g

$m_{H_2SO_4} = 2\cdot 98$; $m_{H_2SO_4} = 196$ g

$$c = \frac{m_d\cdot 100}{m_s};\ 9,8 = \frac{196\cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 2000\text{ g sol. } H_2SO_4\ 9,8\%$$

**32.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{0,1\text{ moli}}{2\,Mg}} + O_2 \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,MgO}}$ r. combinare A = MgO

$\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,1\text{ moli}}{MgO}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{H_2O}} \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{Mg(OH)_2}}$ r. combinare B = $Mg(OH)_2$



$\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,1\text{ moli}}{Mg(OH)_2}} + \underset{2\text{ moli}}{\overset{t}{2\,HCl}} \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{v}{MgCl_2}} + \underset{2\text{ moli}}{\overset{u}{2\,H_2O}}$ r. schimb D = $MgCl_2$

$\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,1\text{ moli}}{MgCl_2}} + 2\,AgNO_3 \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{p}{2\,AgCl}}\downarrow + Mg(NO_3)_2$ r. schimb E = AgCl

**e)** $m_{Mg\,pur} = \frac{80}{100}\cdot 3 = 2,4$ g; $\nu_{Mg} = \frac{2,4}{24} = 0,1$ moli

$$x = \frac{2\cdot 0,1}{2} = 0,1 \text{ moli MgO}$$

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m_{H_2O} = 90$ g;

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2\cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow$ 1 mol $H_2O$ = 18 g

$$\nu_{H_2O} = \frac{90}{18} = 5 \text{ moli}$$

Teoretic $\nu_{MgO} : \nu_{H_2O} = 1:1$

Practic $\nu_{MgO} : \nu_{H_2O} = 0,1:5 = 1:50$ $\Rightarrow H_2O$ în exces

y = 0,1 moli $H_2O$ reacționat; $\nu_{H_2O\ exces} = 5 - 0,1 = 4,9$ moli;

$\nu_{H_2O\ exces} = 4,9$ moli ; $m_{H_2O\ exces} = 90 - 1,8 = 88,2$ g $\Rightarrow m_{H_2O\ exces} = 88,2$ g

**f)** z = 0,1 moli $Mg(OH)_2$; t = 0,2 moli HCl;

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow$ 1 mol HCl = 36,5g

$m_{HCl} = 0,2\cdot 36,5 = 7,3$ g

$$c = \frac{m_d}{m_s}\cdot 100;\ 36,5 = \frac{7,3\cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 20\text{ g sol. HCl } 36,5\%$$

**g)** v = 0,1 moli $MgCl_2$

$M_{MgCl_2} = A_{Mg} + 2A_{Cl} = 24 + 2\cdot 35,5 = 95 \Rightarrow$ 1 mol $MgCl_2$ = 95 g

$m_{MgCl_2} = 0,1\cdot 95 = 9,5$ g

$$u = \frac{2\cdot 0,1}{1} = 0,2 \text{ moli } H_2O;$$

$m_{H_2O\ din\ r.} = 0,2\cdot 18 = 3,6$ g; $m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} = 20 - 7,3 = 12,7$ g

$m_{s\ sare} = m_d + m_{H_2O\ din\ r.} + m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} + m_{H_2O\ exces} =$

$= 9,5 + 3,6 + 12,7 + 88,2 = 114$ g

$$c = \frac{9,5\cdot 100}{114};\ c = 8,33\%$$

**h)** p = 0,1 · 2 = 0,2 moli AgCl

$M_{AgCl} = A_{Ag} + A_{Cl} = 108 + 35,5 = 143,5 \Rightarrow$ 1 mol AgCl = 143,5 g

$m_{AgCl} = 0,2\cdot 143,5 \Rightarrow m_{AgCl} = 28,7$ g

# 4.3 Carbonul

**1.** **a)** A;
**b)** F; La temperatură înaltă, carbonul reacționează cu apa, formând gazul de sinteză.
**c)** F; Diamantul, o varietate cristalină a carbonului, are duritatea egală cu 10.
**d)** F; Grafitul prezintă fenomenul de clivaj.
**e)** F; În reacția cu unii oxizi metalici, carbonul manifestă caracter reducător.

**2.** Carbonul este un element care se află în grupa a 14-a a sistemului periodic, perioada a 2-a. În natură se întâlnește în stare liberă sub formă de diamant, grafit, fulerene și cărbuni. În compuși se află în substanțe anorganice ca dioxidul de carbon și carbonați și în toate substanțele organice.

**3.** Carbonul este un nemetal ce se găsește în natură sub trei forme cristalizate.
Diamantul este un solid incolor, foarte dur, rău conducător de căldură și electricitate, foarte greu solubil în apă.
Grafitul este un solid negru, cu duritate mică, bun conducător de căldură și electricitate.
Fulerenele se prezintă sub formă solidă, de culoare neagră, cu duritate mică, rău conducătoare de căldură și electricitate.

**4.** 1 b; 2 e; 3 d; 4 c; 5 f; 6 a.

**5.** **a)** $CaCO_3$

$M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1 \text{ mol } CaCO_3 = 100 \text{ g}$

100 g $CaCO_3$.....12 g C $\Rightarrow \boxed{p = 12\% \text{ C}}$

**b)** $CO_2$

$M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \Rightarrow 1 \text{ mol } CO_2 = 44 \text{ g}$

44 g $CO_2$.....12 g C
100 g $CO_2$.....p
$\Rightarrow \boxed{p = 27,27\% \text{ C}}$

**c)** $H_2CO_3$

$M_{H_2CO_3} = 2A_H + A_C + 3A_O = 2 \cdot 1 + 12 + 3 \cdot 16 = 62 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2CO_3 = 62 \text{ g}$

62 g $H_2CO_3$.....12 g C
100 g $H_2CO_3$.....p
$\Rightarrow \boxed{p = 19,35\% \text{ C}}$

**d)** CO

$M_{CO} = A_C + A_O = 12 + 16 = 28 \Rightarrow 1 \text{ mol } CO = 28 \text{ g}$

28 g CO.....12 g C
100 g CO.....p
$\Rightarrow \boxed{p = 42,86\% \text{ C}}$

**e)** $NaHCO_3$ $\quad M_{NaHCO_3} = A_{Na} + A_H + A_C + 3A_O = 23 + 1 + 12 + 3 \cdot 16 = 84$



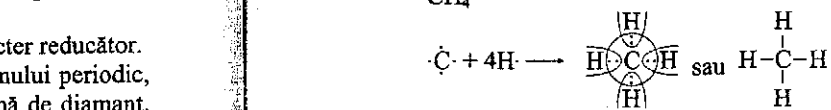
$\Rightarrow 1 \text{ mol } NaHCO_3 = 84 \text{ g}$

84 g $NaHCO_3$.....12 g C
100 g $NaHCO_3$.....p
$\Rightarrow \boxed{p = 14,29\% \text{ C}}$

**6.**
100 g metan.....75 g C.....25 g H
16 g metan.....a.....b

$\Rightarrow a = \frac{16 \cdot 75}{100} = 12 \text{ g C}$; $b = 4 \text{ g H}$

$CH_4$



**7.** **a)** $1 \text{ mol C} = 12 \text{ g}$;

**b)** $1 \text{ mol } {}^{12}C = 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi C;

**c)** 12 g C.....$6,023 \cdot 10^{23}$ atomi C
m.....1 atom C
$\Rightarrow m = \frac{12}{6,023 \cdot 10^{23}}$;

$\boxed{m_c = 1,99 \cdot 10^{-23} \text{ g}}$

**8.**

1 mol $C_6H_{12}O_6$...$6,023 \cdot 10^{23}$ molecule...$6 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi C...$12 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi H

z.....y.....$2 \cdot 10^{22}$ atomi C.....x

**a)** $x = \frac{12 \cdot 6,023 \cdot 2 \cdot 10^{22}}{6 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}} = 4 \cdot 10^{22}$ atomi H

**b)** $y = \frac{6,023 \cdot 10^{23} \cdot 2 \cdot 10^{22}}{6 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}} = 3,33 \cdot 10^{21}$ molecule

**c)** $z = \frac{2 \cdot 10^{22} \cdot 1}{6 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}} = 5,5 \cdot 10^{-3}$ moli $C_6H_{12}O_6$

**d)** $M_{C_6H_{12}O_6} = 6A_C + 12A_H + 6A_O = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180$

$\Rightarrow 1 \text{mol } C_6H_{12}O_2 = 180 \text{g}$

1 mol $C_6H_{12}O_6$.....180g.....$6 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi C
t.....$2 \cdot 10^{22}$ atomi C

$\Rightarrow t = \frac{2 \cdot 10^{22} \cdot 180}{6 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}} \Rightarrow \boxed{t = 0,996 \text{ g } C_6H_{12}O_6}$

**9.** $\overset{240 \text{ kg}}{\underset{12 \text{ kg}}{C}} + 2H_2 \longrightarrow \overset{x}{\underset{16 \text{ kg}}{CH_4}}$

$m_C = \frac{75}{100} \cdot 320 = 240 \text{ kg}$

$M_{CH_4} = A_C + 4A_H = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \Rightarrow 1 \text{ kmol } CH_4 = 16 \text{ kg}$

$x = \frac{16 \cdot 240}{12} = 320 \text{ kg } CH_4 \Rightarrow \boxed{m_{CH_4} = 320 \text{ kg}}$

**10.** $\overset{360\text{ kg}}{\underset{12\text{ kg}}{C}} + H_2O_{(v)} \longrightarrow \overset{x}{\underset{28\text{ kg}}{CO}} + \overset{z}{\underset{2\text{ kg}}{H_2}}$

$\%C=75;\ m_C = \frac{75}{100} \cdot 480 = 360 \text{ kg}$

$M_{CO} = A_C + A_O = 12 + 16 = 28 \Rightarrow 1 \text{ kmol } CO = 28 \text{ kg}$

$x = \frac{28 \cdot 360}{12} = 840 \text{ kg } CO$

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ kmol } H_2 = 2 \text{ kg}$

$z = \frac{2 \cdot 360}{12} = 60 \text{ kg } H_2$

$m_{\text{gaz de apa}} = m_{CO} + m_{H_2} = 840 + 60 = 900 \text{ kg} \Rightarrow \boxed{m_{\text{gaz de apa}} = 900 \text{ kg}}$

**11.** I) $2C + O_2 \longrightarrow 2CO$ reacție de combinare

II) $C + O_2 \longrightarrow CO_2$ reacție de combinare

III) $CO_2 + C \longrightarrow 2CO$

IV) $CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$ reacție de combinare

V) $CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$ reacție de schimb

VI) $2H_2O \overset{\text{electroliza}}{\rightleftarrows} 2H_2 \uparrow + O_2$ reacție de descompunere

VII) $C + 2H_2 \overset{2000\,^\circ C/Ni}{\rightleftarrows} CH_4$ reacție de combinare

VIII) $3C + 2Fe_2O_3 \longrightarrow 4Fe + 3CO_2$ reacție de substituție

IX) $C + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2SO_2 \uparrow + CO_2 \uparrow + 2H_2O$

X) $H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HCl$ reacție de schimb

a = CO monoxid de carbon; s.c.; oxid

b = $CO_2$ dioxid de carbon; s.c.; oxid

d = $H_2CO_3$ acid carbonic; s.c.; acid

e = $CaCO_3$ carbonat de calciu; s.c.; sare

f = $H_2O$ apă; s.c.; oxid

g = $H_2$; hidrogen; s.s; nemetal

h = $CH_4$; metan; s.c.; substanță organică

i = $Fe_2O_3$; oxid de fer (III); s.c.; oxid

j = $H_2SO_4$; acid sulfuric; s.c.; acid

k = $SO_2$; dioxid de sulf; s.c.; oxid

l = $BaSO_4$; sulfat de bariu; s.c.; sare

m = HCl; acid clorhidric; s.c.; acid



I; II; III – obținerea fontei

IV – obținerea sifonului

V – reacția de recunoaștere a $CO_2$ cu apa de var

VI – obținerea $H_2$ și a $O_2$ în laborator

VIII – obținerea Fe pur

IX – oxidarea C cu acid sulfuric

X – reacția de recunoaștere a $H_2SO_4$ cu soluție de $BaCl_2$

**12.** $2H_2O_2 \overset{MnO_2}{\longrightarrow} 2H_2O + O_2 \uparrow$

$2H_2O \overset{\text{electroliza}}{\longrightarrow} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$

$O_2 + C \longrightarrow CO_2$

$2H_2 + C \longrightarrow CH_4$

$a = H_2O,\ b = O_2,\ d = H_2,\ e = CO_2,\ f = CH_4$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow 2,5 = \frac{m_d \cdot 100}{8,5} \Rightarrow m_d = 0,2125 \text{ g } H_2O_2;$

$M_{H_2O_2} = 2A_H + 2A_O = 2 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 34 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2O_2 = 34 \text{ g}$

$\upsilon_{H_2O_2} = \frac{0,2125}{34} = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ moli}$

$6,25 \cdot 10^{-3}$ moli $H_2O_2$ → $6,25 \cdot 10^{-3}$ moli $H_2O \Rightarrow 6,25 \cdot 10^{-3}$ moli $H_2$

$6,25 \cdot 10^{-3}$ moli $H_2O_2$ → $3,125 \cdot 10^{-3}$ moli $CH_4 \Rightarrow 3,125 \cdot 10^{-3}$ moli $O_2$

$6,25 \cdot 10^{-3}$ moli $H_2O_2$ → $3,125 \cdot 10^{-3}$ moli $O_2$

$\upsilon_{O_2 \text{ total}} = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ moli};\ \boxed{\upsilon_{CO_2} = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ moli}}$

**13.** $\overset{1920\text{ kg}}{\underset{12\text{ kg}}{C}} + \overset{x}{\underset{18\text{ kg}}{H_2O_{(v)}}} \longrightarrow CO + \overset{y}{\underset{1\text{ kmol}}{H_2}} \uparrow$

$m_C = \frac{80}{100} \cdot 2400 = 1920 \text{ kg}$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1 \text{ kmol } H_2O = 18 \text{ kg}$

$x = \frac{18 \cdot 1920}{12} = 2880 \text{ kg } H_2O \Rightarrow \boxed{m_{H_2O} = 2880 \text{ kg}}$

$y = \frac{1920 \cdot 1}{12} = 160 \text{ kmoli } H_2$

$\boxed{\text{nr. molecule } H_2 = 963,68 \cdot 10^{26}}$

**14.** $\overset{1600\text{ kg}}{\underset{100\text{ kg}}{CaCO_3}} \xrightarrow{t^\circ C} CaO + \overset{x}{\underset{1\text{ kmol}}{CO_2}} \uparrow$

$m_{CaCO_3} = \frac{80}{100} \cdot 2000 = 1600$ kg

$M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1$ kmol $CaCO_3 = 100$ kg

$x = \frac{1600 \cdot 1}{100} = 16$ kmoli $CO_2$

$\overset{y}{\underset{12\text{ kg}}{C}} + O_2 \longrightarrow \overset{16\text{ kmoli}}{\underset{1\text{ kmol}}{CO_2}}$

$y = 12 \cdot 16 = 192$ kg C

100 kg cărbune.....60 kg C

a.....192 kg C

$a = \frac{192 \cdot 100}{60} = 320$ kg cărbune $\Rightarrow \boxed{m_{cărbune} = 320\text{ kg}}$

**15. a)** $\overset{6\text{ g}}{\underset{60\text{ g}}{SiO_2}} + \overset{y}{\underset{3\cdot12\text{g}}{3C}} \longrightarrow \overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{SiC}} + 2CO$

$M_{SiO_2} = A_{Si} + 2A_O = 28 + 2 \cdot 16 = 60 \Rightarrow 1$ mol $SiO_2 = 60$ g

$x = \frac{1 \cdot 6}{60} = 0{,}1$ moli SiC $\Rightarrow \boxed{\upsilon_{SiC} = 0{,}1\text{ moli}}$

$M_{SiC} = A_{Si} + A_C = 28 + 12 = 40 \Rightarrow 1$ mol SiC = 40 g

$\boxed{m_{SiC} = 4\text{ g}}$

**b)** $y = \frac{3 \cdot 12 \cdot 6}{60} = 3{,}6$ g C $\Rightarrow \boxed{m_C = 3{,}6\text{ g}}$

**c)** $\upsilon_{SiO_2} = \frac{3}{60} = 0{,}05$ moli ; $\upsilon_C = \frac{3}{12} = 0{,}25$ moli

Teoretic $\upsilon_{SiO_2} : \upsilon_C = 1:3$

Practic $\upsilon_{SiO_2} : \upsilon_C = 0{,}05 : 0{,}25 = 1:5 \Rightarrow$ C este în exces

**d)** $\upsilon_{C\,exces} = 0{,}25 - 3 \cdot 0{,}05 = 0{,}1$ moli $\Rightarrow \boxed{m_{C\,exces} = 1{,}2\text{ g}}$

**16.** $\overset{y}{\underset{100\text{ kg}}{CaCO_3}} \xrightarrow{t^\circ C} CaO + \overset{132\text{ kg}}{\underset{44\text{ kg}}{CO_2}} \uparrow$

a) $m_C = \frac{9}{100} \cdot 400 = 36$ kg

$M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \Rightarrow 1$ kmol $CO_2 = 44$ kg

44 kg $CO_2$.....12 kg C

x.....36 kg C $\Rightarrow x = \frac{36 \cdot 44}{12} = 132$ kg $CO_2$

**b)** $M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1$ kmol $CaCO_3 = 100$ kg



$y = \frac{100 \cdot 132}{44} = 300$ kg $CaCO_3$

400 kg piatră de var.....300 kg $CaCO_3$ $\Rightarrow$

100 kg.....p

$\Rightarrow p = \frac{100 \cdot 300}{400} \Rightarrow \boxed{p = 75\%}$

**17.** $\overset{3{,}6\text{g}}{\underset{3\cdot12\text{g}}{3C}} + 4HNO_3 \longrightarrow \overset{x}{\underset{3\text{ moli}}{3CO_2}} + \overset{y}{\underset{4\text{ moli}}{4NO}} + 2H_2O$

$x = \frac{3{,}6 \cdot 3}{3 \cdot 12} = 0{,}3$ moli $CO_2$ ; $y = \frac{4 \cdot 3{,}6}{3 \cdot 12} = 0{,}4$ moli NO

$\upsilon_{gaze} = 0{,}3 + 0{,}4 = 0{,}7$ moli $\Rightarrow \boxed{\upsilon_{gaze} = 0{,}7\text{ moli}}$

**18.** $\overset{440\text{ g}}{\underset{2\cdot12\text{ g}}{2C}} + \overset{z}{\underset{232\text{ g}}{Fe_3O_4}} \longrightarrow \overset{y}{\underset{3\cdot56\text{ g}}{3Fe}} + \overset{x}{\underset{2\text{ moli}}{2CO_2}}$

**a)** $x = \frac{2 \cdot 440}{2 \cdot 12} = 36{,}67$ moli $CO_2 \Rightarrow \boxed{\upsilon_{CO_2} = 36{,}67\text{ moli}}$

**b)** $y = \frac{3 \cdot 56 \cdot 440}{2 \cdot 12} = 3080$ g Fe $\Rightarrow \boxed{m_{Fe} = 3080\text{ g}}$

**c)** $M_{Fe_3O_4} = 3A_{Fe} + 4A_O = 3 \cdot 56 + 4 \cdot 16 = 232 \Rightarrow 1$ mol $Fe_3O_4 = 232$ g

$z = \frac{232 \cdot 440}{2 \cdot 12} = 4253{,}33$ g $Fe_3O_4$

$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100$; $80 = \frac{4253{,}33}{m_{impură}} \cdot 100 \Rightarrow \boxed{m_{Fe_3O_4\,impur} = 5316{,}67\text{ g}}$

**19.** $\overset{22{,}5\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{CaCO_3}} \xrightarrow{t^\circ C} CaO + \overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{CO_2}} \uparrow$

$\overset{22{,}5\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{CO_2}} + \overset{z}{\underset{1\text{ mol}}{Ca(OH)_2}} \longrightarrow \overset{y}{\underset{1\text{ mol}}{CaCO_3}} \downarrow + \overset{a}{\underset{1\text{ mol}}{H_2O}}$

**a)** $m_{CaCO_3} = \frac{75}{100} \cdot 3000 = 2250$ g

$M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1$ mol $CaCO_3 = 100$ g

$\upsilon_{CaCO_3} = \frac{2250}{100} = 22{,}5$ moli

$x = 22{,}5$ moli $CO_2$; $y = 22{,}5$ moli $CaCO_3$;

$\boxed{m_{CaCO_3} = 2250\text{ g}}$

**b)** $m_d = \frac{20}{100} \cdot 16650 = 3330$ g $Ca(OH)_2$

$M_{Ca(OH)_2} = A_{Ca} + 2(A_O + A_H) = 40 + 2\cdot(16+1) = 74$

$\Rightarrow$ 1 mol $Ca(OH)_2 = 74$ g

$\upsilon_{Ca(OH)_2} = \frac{3330}{74} = 45$ moli $\Rightarrow$ $Ca(OH)_2$ în exces

$z = 22,5$ moli $Ca(OH)_2$ reacționat cu $CO_2$

$\upsilon_{Ca(OH)_2 \text{ exces}} = 45 - 22,5 = 22,5$ moli

$\overset{22,5 \text{ moli}}{Ca(OH)_2} + \overset{c}{2HCl} \longrightarrow \overset{t}{CaCl_2} + \overset{b}{2H_2O}$

1 mol; 2 moli; 1 mol; 2 moli

$t = 22,5$ moli $CaCl_2$;

$M_{CaCl_2} = A_{Ca} + 2A_{Cl} = 40 + 2\cdot 35,5 = 111 \Rightarrow 1$ mol $CaCl_2 = 111$ g

$m_{CaCl_2} = 22,5\cdot 111 = 2497,5$ g $\Rightarrow$ $\boxed{m_{CaCl_2} = 2497,5 \text{ g}}$

$m_{H_2O \text{ din soluția finală}} = m_{H_2O \text{ din reacții}} + m_{H_2O \text{ din soluția de } Ca(OH)_2} + m_{H_2O \text{ din soluția de HCl}}$

$a = 22,5$ moli $H_2O \Rightarrow m_{H_2O} = 405$ g ; $b = 45$ moli $H_2O \Rightarrow m_{H_2O} = 810$ g

$m_{H_2O}$ din sol. $Ca(OH)_2 = 16650 - 3330 = 13320$ g

$c = 45$ moli HCl

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl $= 36,5$ g

$m_d$ HCl $= 45\cdot 36,5 = 1642,5$ g

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_{s_{HCl}} = 8212,5$ g

$m_{H_2O}$ din sol. HCl $= 8212,5 - 1642,5 = 6570$ g $\Rightarrow$ $\boxed{m_{H_2O} \text{ total} = 21,105 \text{ kg}}$

**c)** $c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $c = \frac{2497,5\cdot 100}{2497,5 + 21105} \Rightarrow c = \frac{2497,5\cdot 100}{23602,5} \Rightarrow$ $\boxed{c = 10,58\%}$

$m_s = m_d + m_{H_2O}$

**20.** $\overset{30 \text{ g}}{2C} + \overset{x}{Fe_3O_4} \longrightarrow \overset{z}{3Fe} + \overset{a}{2CO_2}$

2·12 g; 232 g; 3 moli; 2 moli

$\overset{30 \text{ g}}{3C} + 2\overset{y}{Al_2O_3} \longrightarrow \overset{t}{4Al} + \overset{b}{3CO_2}$

3·12 g; 2·102 g; 4 moli; 3 moli

**a)** $M_{Fe_3O_4} = 3A_{Fe} + 4A_O = 3\cdot 56 + 4\cdot 16 = 232 \Rightarrow 1$ mol $Fe_3O_4 = 232$ g

$x = \frac{232\cdot 30}{2\cdot 12} = 290$ g $Fe_3O_4$

$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}}\cdot 100 \Rightarrow 80 = \frac{290\cdot 100}{m_{impură}} \Rightarrow$ $\boxed{m_{Fe_3O_4 impur} = 362,5 \text{ g}}$

$M_{Al_2O_3} = 2A_{Al} + 3A_O = 2\cdot 27 + 3\cdot 16 = 102 \Rightarrow 1$ mol $Al_2O_3 = 102$ g



$y = \frac{2\cdot 102\cdot 30}{3\cdot 12} = 170$ g; $m_{Al_2O_3 impur} = 188,89$ g

$\boxed{m_{amestec\ oxizi} = 551,39 \text{ g}}$

**b)** 551,39 g oxizi.....290 g $Fe_3O_4$.....170 g $Al_2O_3$

100 g oxizi.....$p_1$.....$p_2$

$\boxed{p_1 = 52,59\%\ Fe_3O_4}$ ; $\boxed{p_2 = 30,83\%\ Al_2O_3}$ ; $\boxed{p_3 = 16,58\%\ \text{impuritati}}$

**c)** $z = \frac{3\cdot 30}{2\cdot 12} = 3,75$ moli Fe; $\boxed{\upsilon_{Fe} = 3,75 \text{ moli}}$;

$m_{Fe} = 3,75\cdot 56 \Rightarrow$ $\boxed{m_{Fe} = 210 \text{ g}}$

$t = \frac{4\cdot 30}{3\cdot 12} = 3,33$ moli Al; $\boxed{\upsilon_{Al} = 3,33 \text{ moli}} \Rightarrow m_{Al} = 3,33\cdot 27 \Rightarrow$ $\boxed{m_{Al} = 90 \text{ g}}$

**d)** $a = \frac{2\cdot 30}{2\cdot 12} = 2,5$ moli $CO_2$ ; $b = \frac{3\cdot 30}{3\cdot 12} = 2,5$ moli $CO_2$ ; $\boxed{\upsilon_{CO_2 total} = 5 \text{ moli}}$

**21.** $\overset{84 \text{ g}}{C} + O_2 \longrightarrow \overset{x}{CO_2}$ ; $x = \frac{84}{12} = 7$ moli $CO_2 \Rightarrow 7$ moli $CH_4$

12 g; 1 mol

$\overset{y}{C} + 2H_2 \longrightarrow \overset{7 \text{ moli}}{CH_4}$ ; $y = \frac{12\cdot 7}{1} = 84$ g C; $\boxed{m_C = 84 \text{ g}}$

12 g; 1 mol

**22. a)** $CuSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

$Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^oC} CuO + H_2O$

$2CuO + C \longrightarrow 2Cu + CO_2$

**b)** $CuSO_4$ = s.c.; sare

NaOH = s.c., bază; $Cu(OH)_2$ = s.c., bază; $Na_2SO_4$ = s.c., sare; CuO = s.c., oxid; $H_2O$ = s.c., oxid; C = s.s., nemetal; Cu = s.s., metal; $CO_2$ = s.c., oxid

**c)** $c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $20 = \frac{m_d \cdot 100}{800} \Rightarrow m_d = 160$ g $CuSO_4$

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4\cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 = 160$ g

$\upsilon_{CuSO_4} = \frac{160}{160} = 1$ mol

1 mol $CuSO_4 \rightarrow 1$ mol $Cu(OH)_2 \rightarrow 1$ mol $CuO \rightarrow 0,5$ moli $C \rightarrow 1$ mol Cu

$m_C = 0,5\cdot 12 = 6$ g; $m_{carbune} = \frac{6\cdot 100}{80} = 7,5$ g

**d)** $m_{Cu} = 64$g

**23. a)** 1) $\overset{1680 \text{ kg}}{C} + 2H_2 \longrightarrow \overset{x}{CH_4}$ 12 kg; 1 kmol

2) $\overset{840 \text{ kg}}{2C} + \overset{f}{O_2} \longrightarrow \overset{y}{2CO}$ 2·12 kg; 1 kmol; 2 kmoli

3) $\overset{1260\ kg}{\underset{12\ kg}{C}} + \overset{g}{\underset{1\ kmol}{O_2}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{1\ kmol}{CO_2}}$ 4) $\overset{1260\ kg}{\underset{12\ kg}{C}} + \overset{h}{\underset{2\cdot32\ kg}{2S}} \longrightarrow CS_2$

5) $\overset{420\ kg}{\underset{12\ kg}{C}} + H_2O_{(v)} \longrightarrow \overset{a}{\underset{1\ kmol}{CO}} + \overset{b}{\underset{1\ kmol}{H_2}}$ 6) $\overset{840\ kg}{\underset{2\cdot12\ kg}{2C}} + \overset{i}{\underset{232kg}{Fe_3O_4}} \longrightarrow \overset{j}{\underset{3\ kmoli}{3Fe}} + \overset{c}{\underset{2\ kmoli}{2CO_2}}$

7) $\overset{2100\ kg}{\underset{12\ kg}{C}} + \overset{k}{\underset{2\cdot98\ kg}{2H_2SO_4}} \longrightarrow \overset{d}{\underset{1\ kmol}{CO_2}} + \overset{e}{\underset{2\ kmoli}{2SO_2}} + 2H_2O$

**b)** $m_C = \frac{80}{100}\cdot 10500 = 8400\ kg$; $m_{C_{(1)}} = \frac{20}{100}\cdot 8400 = 1680\ kg$

$M_{CH_4} = A_C + 4A_H = 12 + 4\cdot 1 = 16 \Rightarrow 1\ kmol\ CH_4 = 16\ kg$

$x = 140\ kmoli\ CH_4$; $m_{CH_4} = 16\cdot 140 = 2240\ kg$

$m_{C_{(2)}} = \frac{10}{100}\cdot 8400 = 840\ kg$; $y = \frac{2\cdot 840}{2\cdot 12} = 70\ kmoli\ CO$

$M_{CO} = A_C + A_O = 12 + 16 = 28 \Rightarrow 1\ kmol\ CO = 28\ kg$

$m_{CO} = 70\cdot 28 = 1960\ kg$

$m_{C_{(3)}} = \frac{15}{100}\cdot 8400 = 1260\ kg$; $z = \frac{1260\cdot 1}{12} = 105\ kmoli\ CO_2$

$M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2\cdot 16 = 44 \Rightarrow 1\ kmol\ CO_2 = 44\ kg$

$m_{CO_2} = 105\cdot 44 = 4620\ kg$

$m_{C_{(4)}} = \frac{15}{100}\cdot 8400 = 1260\ kg$

$m_{C_{(5)}} = \frac{5}{100}\cdot 8400 = 420\ kg$; $a = \frac{420\cdot 1}{12} = 35\ kmoli\ CO$

$m_{CO} = 35\cdot 28 = 980\ kg$

$b = \frac{420\cdot 1}{12} = 35\ kmoli\ H_2$; $m_{H_2} = 35\cdot 2 = 70\ kg$

$m_{C_{(6)}} = \frac{10}{100}\cdot 8400 = 840\ kg$; $c = \frac{2\cdot 840}{2\cdot 12} = 70\ kmoli\ CO_2$

$m_{CO_2} = 70\cdot 44 = 3080\ kg$

$m_{C_{(7)}} = \frac{25}{100}\cdot 8400 = 2100\ kg$; $d = \frac{2100\cdot 1}{12} = 175\ kmoli\ CO_2$

$m_{CO_2} = 175\cdot 44 = 7700\ kg$

$e = \frac{2100\cdot 2}{12} = 350\ kmoli\ SO_2$

$M_{SO_2} = A_S + 2A_O = 32 + 2\cdot 16 = 64 \Rightarrow 1\ kmol\ SO_2 = 64\ kg$

$m_{SO_2} = 350\cdot 64 = 22400\ kg$

$m_{gaze} = 2240 + 1960 + 4620 + 980 + 70 + 3080 + 7700 + 22400 = 43050\ kg$



$\boxed{m_{gaze} = 43,05\ t}$

$\upsilon_{gaze} = 140 + 70 + 105 + 35 + 35 + 70 + 175 + 350 = 980\ kmoli$

$\boxed{\upsilon_{gaze} = 980\ kmoli}$

**c)** $f = \frac{840\cdot 1}{2\cdot 12} = 35\ kmoli\ O_2$; $g = \frac{1260\cdot 1}{12} = 105\ kmoli\ O_2$

$\upsilon_{O_{2total}} = 140\ kmoli$; $\upsilon_{O_{2\ exces}} = \frac{25}{100}\cdot 140 = 35\ kmoli$

$\upsilon_{O_2} = 140 + 35 = 175\ kmoli$

$\upsilon_{O_2} = \upsilon_{O_2}\cdot 22,4 = 175\cdot 22,4 = 3920\ m^3$

$100\ m^3 aer$.....$20\ m^3 O_2$ $\Rightarrow V = \frac{3920\cdot 100}{20} \Rightarrow$

$V$.....$3920\ m^3 O_2$

$\boxed{V_{aer} = 19600\ m^3}$

**d)** $h = \frac{2\cdot 32\cdot 1260}{12} = 6720\ kg\ S$

$p = \frac{m_{pura}}{m_{impura}}\cdot 100 \Rightarrow m_{S\ impur} = \frac{100\cdot 6720}{80} \Rightarrow \boxed{m_{S\ impur} = 8400\ kg}$

**e)** $M_{Fe_3O_4} = 3A_{Fe} + 4A_O = 3\cdot 56 + 4\cdot 16 = 232 \Rightarrow 1\ kmol\ Fe_3O_4 = 232\ kg$

$i = \frac{232\cdot 840}{2\cdot 12} = 8120\ kg\ Fe_3O_4$ pură

$m_{Fe_3O_4\ impură} = 9022,22\ kg$

$j = \frac{3\cdot 840}{2\cdot 12} = 105\ kmoli\ Fe$

**f)** $k = \frac{2\cdot 98\cdot 2100}{12} = 34300\ kg\ H_2SO_4$

$c = \frac{m_d\cdot 100}{m_s}$; $m_s = \frac{34300\cdot 100}{98} = 35000\ kg\ sol.\ H_2SO_4\ 98\%$

$\rho = \frac{m}{V_s}$; $1,84\frac{g}{mL} = \frac{35000\cdot 10^3}{V_s}$

$\Rightarrow V_s = \frac{35000\cdot 10^3}{1,84} = 19021,74\cdot 10^3\ mL\ sol.\ H_2SO_4\ 98\%$

$\boxed{V_s = 19,0217\ m^3\ sol.\ H_2SO_4\ 98\%}$

**24.** $2C + O_2 \longrightarrow 2CO$

$3CO + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$

$\overset{288\,g}{2CuO} + C \longrightarrow \overset{x}{2Cu} + \overset{y}{CO_2}$

$\underset{2\cdot 80\,g}{}\quad\underset{2\ moli}{}\quad\underset{1\ mol}{}$

**a)** $a = O_2$, $b = CO$, $d = Fe$, $e = CO_2$, $f = H_2CO_3$, $g = CuO$

**c)** $m_{CuO} = \frac{60}{100} \cdot 480 = 288\ g$

$M_{CuO} = A_{Cu} + A_O = 64 + 16 = 80 \Rightarrow 1\ mol\ CuO = 80\ g$

$x = \frac{288 \cdot 2}{2 \cdot 80} = 3{,}6\ moli\ Cu \Rightarrow \boxed{\upsilon_{Cu} = 3{,}6\ moli} \Rightarrow \boxed{m_{Cu} = 230{,}4\ g}$

$y = \frac{1 \cdot 288}{2 \cdot 80} = 1{,}8\ moli\ CO_2 \Rightarrow \boxed{\upsilon_{CO_2} = 1{,}8\ moli}$

$V_{CO_2} = \upsilon_{CO_2} \cdot 22{,}4$; $V_{CO_2} = 1{,}8 \cdot 22{,}4 \Rightarrow \boxed{V_{CO_2} = 40{,}32\ L}$

**25.** $\overset{2x}{MgCO_3} \longrightarrow MgO + \overset{a}{CO_2}\uparrow$

$\underset{1\ kmol}{}\qquad\qquad\underset{1\ kmol}{}$

$\overset{x}{CaCO_3} \longrightarrow CaO + \overset{b}{CO_2}\uparrow$

$\underset{1\ kmol}{}\qquad\qquad\underset{1\ kmol}{}$

$a = 2x$ kmoli $CO_2$, $b = x$ kmoli $CO_2$

$a + b = 30$

$2x + x = 30 \Rightarrow x = 10$

$\upsilon_{MgCO_3} = 20$ kmoli;

$M_{MgCO_3} = A_{Mg} + A_C + 3A_O = 24 + 12 + 3 \cdot 16 = 84 \Rightarrow 1\ kmol\ MgCO_3 = 84\ kg$

$m_{MgCO_3} = 20 \cdot 84 = 1680\ kg$

$\upsilon_{CaCO_3} = 10$ kmoli;

$M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1\ kmol\ CaCO_3 = 100\ kg$

$m_{CaCO_3} = 10 \cdot 100 = 1000\ kg$

$m_{amestec} = 1680 + 1000 = 2680\ kg \Rightarrow \boxed{m_{amestec} = 2680\ kg}$

**26.** x moli $CaCO_3$; y moli $MgCO_3$

$M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1\ mol\ CaCO_3 = 100\ g$

$M_{MgCO_3} = A_{Mg} + A_C + 3A_O = 24 + 12 + 3 \cdot 16 = 84 \Rightarrow 1\ mol\ MgCO_3 = 84\ g$

100 g amestec.....13,43 g C

100 x + 84 y.....12x + 12y

$\Rightarrow \begin{matrix} 1343\,x + 1128{,}12\,y = 1200\,x + 1200\,y \\ 143\,x = 71{,}88\,y \end{matrix} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{71{,}88}{143} = \frac{1}{1{,}99}$

$\boxed{x : y = 1 : 1{,}99}$



**27.** $\overset{a}{\underset{3moli}{3C}} + \overset{2x\ moli}{\underset{4\ moli}{4HNO_3}} \longrightarrow 3CO_2 + 4NO + 2H_2O$

$\overset{b}{\underset{1\ mol}{C}} + 2\overset{x\ moli}{\underset{2\ moli}{H_2SO_4}} \longrightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$

$m_C = \frac{75}{100} \cdot 200 = 150\ g$; $\upsilon = \frac{150}{12} = 12{,}5$ moli

x = nr. moli $H_2SO_4$; $a = \frac{6x}{4} = 1{,}5x$; $b = \frac{x}{2} = 0{,}5x$

$1{,}5x + 0{,}5x = 12{,}5 \Rightarrow x = 6{,}25$ moli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1\ mol\ H_2SO_4 = 98\ g$

$m_{H_2SO_4} = 6{,}25 \cdot 98 = 612{,}5\ g\ (m_d)$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow 98 = \frac{612{,}5 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 625\ g$ sol. $H_2SO_4$ 98%

$\upsilon_{HNO_3} = 2 \cdot 6{,}25 = 12{,}5$ moli

$M_{HNO_3} = A_H + A_N + 3A_O = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63 \Rightarrow 1\ mol\ HNO_3 = 63\ g$

$m_{HNO_3} = 12{,}5 \cdot 63 = 787{,}5\ g$

$m_s = \frac{787{,}5 \cdot 100}{63} \Rightarrow m_s = 1250\ g$ sol. $HNO_3$ 63%

$m_{s\ acizi} = 625 + 1250 \Rightarrow \boxed{m_{s\ acizi} = 1875 g}$

**28.** $\overset{a}{CaCO_3} \xrightarrow{t°C} CaO + \overset{22\,g}{CO_2}$

$\underset{100\,g}{}\qquad\qquad\underset{44\,g}{}$

$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$

**a)** $m_{CO_2} = \frac{11}{100} \cdot 200 = 22\ g$

$M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \Rightarrow 1\ mol\ CO_2 = 44\ g$

$M_{CaCO_3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \Rightarrow 1\ mol\ CaCO_3 = 100\ g$

$a = \frac{22 \cdot 100}{44} = 50\ g\ CaCO_3$; $p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100$;

$m_{CaCO_3\ impur} = \frac{100 \cdot 50}{80} = 62{,}5\ g \Rightarrow \boxed{m_{calcar} = 62{,}5\ g}$

**b)** $\overset{0{,}5\ moli}{\underset{1\ mol}{Ca(OH)_2}} + 2\overset{b}{\underset{2\ moli}{HCl}} \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$

$m_d = \frac{37}{100} \cdot 200 = 74\ g\ Ca(OH)_2$

$M_{Ca(OH)_2} = A_{Ca} + 2(A_O + A_H) = 40 + 2(16 + 1) = 74$

$\Rightarrow$ 1 mol $Ca(OH)_2 = 74$ g

$\upsilon_{Ca(OH)_2} = 1$ mol; $\upsilon_{CO_2} = \frac{22}{44} = 0,5$ moli $\Rightarrow$ $Ca(OH)_2$ în exces

$\upsilon_{Ca(OH)_2 \text{ exces}} = 0,5$ moli

$b = 2 \cdot 0,5 = 1$ mol HCl

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$m_{d\,HCl} = 36,5$ g;

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow 36,5 = \frac{36,5 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow \boxed{m_s = 100\text{g sol. HCl } 36,5\%}$

## 4.4. Sulful (pucioasa)

1. **a)** A;
   **b)** F; Sulful este un solid de culoare galbenă.
   **c)** A;
   **d)** F; Gazul rezultat în urma arderii sulfului reacţionează cu apa, formând o substanţă ce înroşeşte turnesolul.
   **e)** A;
   **f)** F; Sulful este rău conducător de electricitate.
2. Sulful se găseşte în natură în stare liberă sub formă de zăcăminte. Intră în compoziţia unor substanţe anorganice, cum ar fi $H_2S$, $SO_2$, $CaSO_4$, $MgSO_4$, $CuFeS_2$, $FeS_2$, ZnS, PbS şi a unor substanţe organice. Sulful prezintă stare de agregare solidă, având o culoare galbenă şi miros neplăcut.
   Prin arderea sulfului se formează dioxid de sulf, un compus în stare de agregare gazoasă, toxic, cu miros înecăcios. Sulful reacţionează cu metalele, formând sulfuri. În reacţie cu unii acizi, îşi manifestă caracterul reducător.
3. Sulful este o substanţă solidă cristalizată, colorată în galben; este casant, cu miros neplăcut, este insolubil în apă, solubil în sulfură de carbon. Este rău conducător de căldură şi electricitate.
4. 1 g; 2 f; 3 b; 4 c; 5 e; 6 d; 7 a; 8 h.
5. $\nu = \frac{16}{32} = 0,5$ moli

   1 mol S.....$6,023 \cdot 10^{23}$ atomi.....$16 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$ $\Rightarrow$

   0,5 moli.....x

   $x = \frac{0,5 \cdot 16 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{1} \Rightarrow x = 4,8184 \cdot 10^{24}$ $e^-$



6. **a)** $^{32}_{16}S$ { nucleu $_{(+16)}$ { $16p^+$, $16n$ ; înveliş electronic $_{(-16)}$ : $16e^-$

   **b)** $V_H = II$; $V_O = IV$; VI
   **c)** K – $2e^-$, L – $8e^-$, M – $6e^-$
   grupa a 16-a (VI A) pentru că are $6e^-$ pe stratul de valenţă
   perioada a 3-a (are 3 straturi în curs de completare)
   **d)** caracter chimic nemetalic; caracter electronegativ.
   **e)** $\overline{A}_r = \frac{95,1}{100} \cdot 32 + \frac{0,74}{100} \cdot 33 + \frac{4,2}{100} \cdot 34 + \frac{0,016}{100} \cdot 36 =$

   $= 30,432 + 0,2442 + 1,428 + 0,00576 = 32,11 \Rightarrow \overline{A}_r = 32,11$
7. $S_x$; $32x = 256 \Rightarrow x = 8 \Rightarrow S_8$
8. **a)** $M_{PbS} = A_{Pb} + A_S = 207 + 32 = 239 \Rightarrow 1$ mol PbS = 239 g

   239 g PbS ..... 32 g S
   100 g PbS ..... x

   $\Rightarrow x = \frac{32 \cdot 100}{239} = 13,39\%$ S $\Rightarrow$ %S = 13,39

   **b)** $M_{FeS_2} = A_{Fe} + 2\,A_S = 56 + 2 \cdot 32 = 120 \Rightarrow 1$ mol $FeS_2 = 120$ g

   120 g $FeS_2$ ..... 64 g S
   100 $FeS_2$ ..... x

   $\Rightarrow x = \frac{64 \cdot 100}{120} = 53,33\%$ S $\Rightarrow$ % S = 53,33

   **c)** $M_{CuFeS_2} = A_{Cu} + A_{Fe} + 2\,A_S = 64 + 56 + 2 \cdot 32 = 184 \Rightarrow 1$ mol $CuFeS_2 = 184$ g

   184 g $CuFeS_2$ ..... 64 g S
   100 g $CuFeS_2$ ..... x

   $\Rightarrow x = \frac{64 \cdot 100}{184} = 34,78\%$ S $\Rightarrow$ %S = 34,78

   **d)** $M_{SO_3} = A_S + 3\,A_O = 32 + 3 \cdot 16 = 80$; 1 mol $SO_3 = 80$ g

   80 g $SO_3$ ..... 32 g S
   100 g $SO_3$ ..... x

   $\Rightarrow x = \frac{32 \cdot 100}{80} = 40\% \Rightarrow$ %S = 40

   **e)** $M_{H_2S} = 2\,A_H + A_S = 2 \cdot 1 + 32 = 34 \Rightarrow 1$ mol $H_2S = 34$ g

   34 g $H_2S$ ..... 32 g S
   100 g $H_2S$ ..... x

   $\Rightarrow x = \frac{32 \cdot 100}{34} = 94,12\%$ S $\Rightarrow$ %S = 94,12

   **f)** $M_{H_2SO_4} = 2\,A_H + A_S + 4\,A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

98 g $H_2SO_4$ ..... 32 g S
100 g $H_2SO_4$ ..... x

$\Rightarrow x = \frac{32 \cdot 100}{98} = 32,65\%\ S \Rightarrow \%S = 32,65$

**g)** $M_{Na_2SO_4 \cdot 10H_2O} = 2A_{Na} + A_S + 4A_O + 10(2A_H + A_O) =$

$= 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16 + 10(2 \cdot 1 + 16) = 322$

1 mol $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O = 322$ g
322 g $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$ ..... 32 g S
100 g $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$ ..... x

$\Rightarrow x = \frac{32 \cdot 100}{322} = 9,94\%\ S \Rightarrow \%S = 9,94$

**9. a)** $H_2SO_x$ $M_{H_2SO_x} = 2A_H + A_S + xA_O = 2 \cdot 1 + 32 + 16x = 34 + 16x$

100 g $H_2SO_x$ ..... 39,024 g S
(34 + 16x) ..... 32 g S

$39,024(34 + 16x) = 3200$
$x = 3$ $H_2SO_3$

**b)** $SO_x$; $M_{SO_x} = A_S + xA_O = 32 + 16x$

100 g $SO_x$ ..... 40 g S
(32 + 16x) g ..... 32 g S $\Rightarrow x = 3$ $SO_3$

**10.** $2H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$

$S + O_2 \longrightarrow SO_2$

$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$

$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$

$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$S + H_2 \longrightarrow H_2S$

a = $O_2$; b = $H_2$; d = $SO_2$; e = $SO_3$; f = $H_2SO_4$; g = $Na_2SO_4$; h = $H_2S$

**c)**

| Substanțe simple | | Substanțe compuse | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Metale | Nemetale | oxizi | acizi | baze | săruri |
| | $H_2$ | $H_2O$ | $H_2SO_4$ | NaOH | $Na_2SO_4$ |
| | $O_2$ | $SO_2$ | $H_2S$ | | |
| | S | $SO_3$ | | | |

**d)** $\overset{IV}{S}O_2$ ; $\overset{VI}{S}O_3$ ; $H_2\overset{VI}{S}O_4$ ; $H_2\overset{II}{S}$; $Na_2\overset{VI}{S}O_4$

**11.** $\underset{2\ moli}{\overset{x}{2Ag}} + \underset{1\ mol}{\overset{5 \cdot 10^{-3}\ moli}{S}} \longrightarrow Ag_2S$

$\nu_S = \frac{30,115 \cdot 10^{20}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 5 \cdot 10^{-3}$ moli S

$x = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,01$ moli Ag; $m_{Ag} = 0,01 \cdot 108 = 1,08$ g $\Rightarrow m_{Ag} = 1,08$ g



**12.** $4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$

$SO_3 + \underset{1\ mol}{\overset{x}{H_2O}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{5\ moli}{H_2SO_4}}$

a = $SO_2$; b = $SO_3$; d = $H_2SO_4$

$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100$ ; $98 = \frac{m_d \cdot 100}{500} \Rightarrow m_d = 490$ g $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$\nu_{H_2SO_4} = \frac{490}{98} = 5$ moli

5 moli $H_2SO_4 \rightarrow 5$ moli $SO_3 \rightarrow 5$ moli $SO_2 \rightarrow 2,5$ moli $FeS_2$

$M_{FeS_2} = A_{Fe} + 2A_S = 56 + 2 \cdot 32 = 120 \Rightarrow 1$ mol $FeS_2 = 120$ g

$m_{FeS_2} = 2,5 \cdot 120 = 300$ g $\Rightarrow$ $m_{FeS_2 impura} = \frac{100 \cdot 300}{75} = 400$ g

$m_{FeS_2 impura} = 400$ g

x = 5 moli $H_2O$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$m_{H_2O}$ necesară reacției $= 5 \cdot 18 = 90$ g

$m_{H_2O}$ pentru soluția $H_2SO_4$ 98% = 500 – 490 = 10 g

$m_{H_2O\ total} = 90 + 10 = 100$ g $\Rightarrow$ $m_{H_2O\ total} = 100$ g

**13.** $\underset{2 \cdot 27\ g}{\overset{x}{2Al}} + \underset{3 \cdot 32\ g}{\overset{a\ g}{3S}} \longrightarrow Al_2S_3$

$m_{Al} = m_S = a$ g

$\nu_{Al} = \frac{a}{27}$, $\nu_S = \frac{a}{32}$

Teoretic $\nu_{Al} : \nu_S = 2 : 3 = 1 : 1,5$

Practic $\nu_{Al} : \nu_S = 32 : 27 = 1,18 : 1 \Rightarrow$ Al este în exces

$x = \frac{2 \cdot 27a}{3 \cdot 32} = 0,5625\ a$ g Al reacționat

$m_{Al\ exces} = a - 0,5625a = 0,4375a$ g
a g Al ..... 0,4375a g în exces
100 g Al ..... p $\Rightarrow 43,75\%$ Al în exces

**14.** $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

$CaO + SO_2 \longrightarrow CaSO_3$

$m_S = \frac{2,8}{100} \cdot 2000 = 56$ t S $= 56 \cdot 10^3$ kg S; $\nu_S = \frac{56 \cdot 10^3}{32} = 1750$ kmoli

1 kmol S ..... 1 kmol $SO_2$ ..... 1 kmol $CaSO_3$

1750 kmoli S ..... x

$\Rightarrow$ x = 1750 kmoli $CaSO_3$

$M_{CaSO_3} = A_{Ca} + A_S + 3 \cdot A_O = 40 + 32 + 3 \cdot 16 = 120$; 1 kmol $CaSO_3$ = 120 kg

$m_{CaSO_3} = 1750 \cdot 120 = 21 \cdot 10^4$ kg; $m_{CaSO_3} = 210$ t

**15.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,H_2S}} + O_2 \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{2{,}5\text{ moli}}{2\,S}} + 2\,H_2O$

$\eta = \frac{m_p}{m_t} \cdot 100$; $m_{S_t} = \frac{100 \cdot 60}{75} = 80$ g; $\nu_S = \frac{80}{32} = 2{,}5$ moli

$x = \frac{2 \cdot 2{,}5}{2} = 2{,}5$ moli $H_2S$; $\nu_{H_2S} = 2{,}5 \cdot 22{,}4 = 56$ L

100 L gaz natural ..... 2 L $H_2S$

V ..... 56 L $H_2S$

$\Rightarrow V_{H_2S} = 2800$ L

**16.** $\underset{160\text{ kg}}{\overset{6400\text{ kg}}{Cu_2S}} + 2O_2 \longrightarrow 2\,CuO + \underset{64\text{ kg}}{\overset{x}{SO_2}}$

$\underset{4\cdot120\text{ kg}}{\overset{1200\text{ kg}}{4\,FeS_2}} + 11\,O_2 \longrightarrow 2\,Fe_2O_3 + \underset{8\cdot64\text{ kg}}{\overset{y}{8\,SO_2}}$

$m_{Cu_2S} = \frac{32}{100} \cdot 2 \cdot 10^4 = 6400$ kg $Cu_2S$; $m_{FeS_2} = \frac{6}{100} \cdot 2 \cdot 10^4 = 1200$ kg $FeS_2$

$M_{Cu_2S} = 2\,A_{Cu} + A_S = 2 \cdot 64 + 32 = 160 \Rightarrow$ 1 kmol $Cu_2S$ = 160 kg

$M_{SO_2} = A_S + 2\,A_O = 32 + 2 \cdot 16 = 64 \Rightarrow$ 1 kmol $SO_2$ = 64 kg

$x = \frac{64 \cdot 6400}{160} = 2560$ kg $SO_2$

$M_{FeS_2} = A_{Fe} + 2A_S = 56 + 2 \cdot 32 = 120 \Rightarrow$ 1 kmol $FeS_2$ = 120 kg

$y = \frac{8 \cdot 64 \cdot 1200}{4 \cdot 120} = 1280$ kg $SO_2$

$m_{SO_2} = 2560 + 1280 = 3840$ kg $\Rightarrow m_{SO_2} = 3840$ kg

**17.** $\underset{3\cdot32\text{ g}}{\overset{48\text{ g}}{3\,S}} + 4\,HNO_3 \longrightarrow \underset{3\text{ moli}}{\overset{x}{3\,SO_2}}\uparrow + \underset{4\text{ moli}}{\overset{y}{4\,NO}}\uparrow + 2\,H_2O$

$x = \frac{3 \cdot 48}{3 \cdot 32} = 1{,}5$ moli $SO_2$; $y = \frac{4 \cdot 48}{3 \cdot 32} = 2$ moli NO; $\nu_{gaze} = 3{,}5$ moli

**18.** $\underset{32\text{ g}}{\overset{y}{S}} + 2\,\underset{2\cdot98\text{ g}}{\overset{x}{H_2SO_4}} \longrightarrow \underset{3\text{ moli}}{\overset{3\text{ moli}}{3\,SO_2}}\uparrow + 2\,H_2O$

**a)** $M_{H_2SO_4} = 2\,A_H + A_S + 4\,A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow$ 1 mol $H_2SO_4$ = 98g



$x = \frac{2 \cdot 98 \cdot 3}{3} = 196$ g $H_2SO_4$ ($m_d$)

$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100$; $c = \frac{196 \cdot 100}{200}$; c = 98%

$y = \frac{32 \cdot 3}{3} = 32$ g S

$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100$; $90 = \frac{32 \cdot 100}{m_{impură}} \Rightarrow m_{s\ 90\%} = 35{,}56$ g

**19.** $\underset{2\cdot34\text{ g}}{\overset{1700\text{ g}}{2\,H_2S}} + O_2 \longrightarrow \underset{2\cdot32\text{ g}}{\overset{x}{2\,S}} + 2\,H_2O$

$\underset{3\cdot32\text{ g}}{\overset{400\text{ g}}{2\,Al + 3S}} \longrightarrow \underset{150\text{ g}}{\overset{a}{Al_2S_3}}$

$\underset{32\text{ g}}{\overset{400\text{ g}}{2\,Ag + S}} \longrightarrow \underset{248\text{ g}}{\overset{b}{Ag_2S}}$

$\underset{32\text{ g}}{\overset{800\text{ g}}{Fe + S}} \longrightarrow \underset{88\text{ g}}{\overset{c}{FeS}}$

$M_{H_2S} = 2\,A_H + A_S = 2 \cdot 1 + 32 = 34 \Rightarrow$ 1 mol $H_2S$ = 34 g

$x = \frac{2 \cdot 32 \cdot 1700}{2 \cdot 34} = 1600$ g S $\begin{cases} \text{400 g S în reacție cu Al} \\ \text{400 g S în reacție cu Ag} \\ \text{800 g S în reacție cu Fe} \end{cases}$

$M_{Al_2S_3} = 2\,A_{Al} + 3\,A_S = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 32 = 150 \Rightarrow$ 1 mol $Al_2S_3$ = 150 g

$a = \frac{150 \cdot 400}{3 \cdot 32} = 625$ g $Al_2S_3$

$M_{Ag_2S} = 2\,A_{Ag} + A_S = 2 \cdot 108 + 32 = 248 \Rightarrow$ 1 mol $Ag_2S$ = 248 g

$b = \frac{400 \cdot 248}{32} = 3100$ g $Ag_2S$

$M_{FeS} = A_{Fe} + A_S = 56 + 32 = 88 \Rightarrow$ 1 mol FeS = 88g

$c = \frac{88 \cdot 800}{32} = 2200$ g FeS

$m_{sulfuri} = 625 + 3100 + 2200 = 5925$ g $\Rightarrow m_{sulfuri} = 5925$ g

**20.** $\underset{56\text{ g}}{\overset{9\text{g}}{Fe}} + \underset{32\text{ g}}{\overset{x}{S}} \longrightarrow \underset{88\text{ g}}{\overset{y}{FeS}}$

**a)** $m_{Fe} = \frac{90}{100} \cdot 10 = 9$ g; $\nu_{Fe} = \frac{9}{56}$ moli

$m_S = \frac{90}{100} \cdot 10 = 9$ g; $\nu_S = \frac{9}{32}$ moli

Teoretic $\nu_{Fe} : \nu_S = 1 : 1$

Practic $\nu_{Fe} : \nu_S = 32 : 56 = 4 : 7 \Rightarrow$ S în exces

$x = \frac{32 \cdot 9}{56} = 5{,}14$ g S; $m_{S\ exces} = 9 - 5{,}14 = 3{,}86$ g

b) $M_{FeS} = A_{Fe} + A_S = 56 + 32 = 88$; 1 mol FeS = 88 g

$y = \frac{88 \cdot 9}{56} = 14{,}14$ g FeS

$m_{FeS} = 14{,}14$ g

**21.** $\underset{1\ mol}{\overset{5\ moli}{S}} + \underset{1\ mol}{\overset{x}{O_2}} \longrightarrow SO_2$

$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$

$\underset{2 \cdot 40\ g}{\overset{w}{2\ NaOH}} + \underset{1\ mol}{\overset{5\ moli}{H_2SO_3}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{z}{Na_2SO_3}} + \underset{2\ moli}{\overset{t}{2\ H_2O}}$

**a)** $m_S = \frac{80}{100} \cdot 200 = 160$ g; $\nu_S = \frac{160}{32} = 5$ moli

x = 5 moli $O_2$; $\nu_{O_2} = 5 \cdot 22{,}4 = 112$ L

100 L aer ..... 20 L $O_2$

V L aer ..... 112 L $O_2$

$\Rightarrow V = \frac{112 \cdot 100}{20} = 560$ L $\Rightarrow V_{acr} = 560$ L

**b)** 1 mol S ..... 1 mol $SO_2$ ..... 1 mol $H_2SO_3$

5 moli S ..... y

y = 5 moli $H_2SO_3$

$M_{H_2SO_3} = 2\,A_H + A_S + 3\,A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 3 \cdot 16 = 82 \Rightarrow$ 1 mol $H_2SO_3 = 82$ g

$m_{H_2SO_3} = 82 \cdot 5 = 410$ g $\Rightarrow m_{H_2SO_3} = 410$ g

**c)** z = 5 moli $Na_2SO_3$

$M_{Na_2SO_3} = 2\,A_{Na} + A_S + 3\,A_O = 2 \cdot 23 + 32 + 3 \cdot 16 = 126$

$\Rightarrow$ 1 mol $Na_2SO_4 = 126$ g

$m_{Na_2SO_3} = 126 \cdot 5 = 630$ g $\Rightarrow m_{Na_2SO_3} = 630$ g

**d)** t = 10 moli $H_2O$

$M_{H_2O} = 2\,A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow$ 1 mol $H_2O = 18$ g

$m_{H_2O} = 18 \cdot 10 = 180$ g; $m_{H_2O\ initiala} = \rho \cdot V = 360$ g

$\nu_{H_2O\ reactionat} = 5$ moli $\Rightarrow m_{H_2O} = 90$ g

$m_{H_2O\ exces} = 360 - 90 = 270$ g

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow$ 1 mol NaOH = 40 g

$w = 2 \cdot 40 \cdot 5 = 400$ g NaOH



$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $40 = \frac{400 \cdot 100}{m_s}$; $m_s = 1000$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} = 1000 - 400 = 600$ g

$m_{H_2O\ total} = 270 + 600 + 180 = 1050$ g

**e)** $c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_s = m_d + m_{H_2O} \Rightarrow m_s = 630 + 1050 = 1680$g

$c = \frac{630 \cdot 100}{1680} \Rightarrow c = 37{,}5\%$

**22.** $\underset{1\ mol}{\overset{x\ moli}{Cu}} + \underset{1\ mol}{\overset{a\ moli}{S}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{z}{CuS}}$

$\underset{2\ moli}{\overset{y\ moli}{2\ Ag}} + \underset{1\ mol}{\overset{b\ moli}{S}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{t}{Ag_2S}}$

x moli Cu, y moli Ag

$$\begin{cases} 64x + 108y = 31 \\ 32a + 32b = 13{,}6 \\ a = x \\ b = \frac{y}{2} \end{cases}$$

y = 0,05 moli Ag $\Rightarrow m_{Ag} = 0{,}05 \cdot 108 = 5{,}4$ g $\Rightarrow m_{Ag} = 5{,}4$ g

x = 0,4 moli Cu

$m_{Cu} = 0{,}4 \cdot 64 = 25{,}6$ g $\Rightarrow m_{Cu} = 25{,}6$ g

31 g aliaj — 5,4 g Ag, 25,6 Cu

z = 0,4 moli CuS

$M_{CuS} = A_{Cu} + A_S = 64 + 32 = 96 \Rightarrow$ 1 mol CuS = 96 g

$m_{CuS} = 0{,}4 \cdot 96 = 38{,}4$ g

$t = \frac{1 \cdot 0{,}05}{2} = 0{,}025$ moli $Ag_2S$

$M_{Ag_2S} = 2\,A_{Ag} + A_S = 2 \cdot 108 + 32 = 248 \Rightarrow$ 1 mol $Ag_2S = 248$ g

$m_{Ag_2S} = 0{,}025 \cdot 248 = 6{,}2$ g

$m_{sulfuri} = m_{CuS} + m_{Ag_2S} = 38{,}4 + 6{,}2 = 44{,}6$g

$m_{sulfuri} = 44{,}6$g

## 4.5. Probleme recapitulative

**1.** b; **2.** b; **3.** d; **4.** c; **5.** b, d.

**6.** c) $S = \frac{6,4}{32} = 0,2$ moli; $K - 2e^-$ $L - 8e^-$ $M - 6e^-$

1 mol S ..... $6 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ $e^-$ valență
0,2 moli S ..... x
$\Rightarrow x = 0,2 \cdot 6 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$
$x = 7,227 \cdot 10^{23}$ $e^-$ valență

**7.** a; **8.** a; d; **9.** a; b; **10.** a; **11.** b; c; **12.** a; d; **13.** c; **14.** a;

**15.** c; **16.** a; d; **17.** a; b; c; d; **18.** c; **19.** d; **20.** b.

**21.** $M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g
36,5 g HCl ..... 35,5 g Cl
100 g HCl ..... p
$\Rightarrow p = \frac{35,5 \cdot 100}{36,5} = 97,26\%$ Cl $\Rightarrow$ %Cl = 97,26

$M_{HClO} = A_H + A_{Cl} + A_O = 1 + 35,5 + 16 = 52,5 \Rightarrow 1$ mol HClO = 52,5 g
52,5 g HClO ..... 35,5 g Cl
100 g HClO ..... p
$\Rightarrow p = \frac{35,5 \cdot 100}{52,5} = 67,62\%$ Cl $\Rightarrow$ %Cl = 67,62

$M_{HClO_2} = A_H + A_{Cl} + 2A_O = 1 + 35,5 + 2 \cdot 16 = 68,5 \Rightarrow 1$ mol $HClO_2$ = 68,5 g
68,5 g $HClO_2$ ..... 35,5 g Cl
100 g $HClO_2$ ..... p
$\Rightarrow p = \frac{35,5 \cdot 100}{68,5} = 51,82\%$ Cl $\Rightarrow$ %Cl = 51,82

$M_{HClO_3} = A_H + A_{Cl} + 3A_O = 1 + 35,5 + 3 \cdot 16 = 84,5 \Rightarrow 1$ mol $HClO_3$ = 84,5 g
84,5 g $HClO_3$ ..... 35,5 g Cl
100 g $HClO_3$ ..... p
$\Rightarrow p = \frac{35,5 \cdot 100}{84,5} = 42,01\%$ Cl $\Rightarrow$ %Cl = 42,01



$M_{HClO_4} = A_H + A_{Cl} + 4A_O = 1 + 35,5 + 4 \cdot 16 = 100,5$
$\Rightarrow 1$ mol $HClO_4$ = 100,5 g
100,5 g $HClO_4$ .....35,5g Cl
100 g $HClO_4$ ..... p
$\Rightarrow p = \frac{35,5 \cdot 100}{100,5} = 35,32\%$ Cl $\Rightarrow$ %Cl = 35,32

**22.** $\overset{3\text{ moli}}{2\,NaCl} + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,NaOH + H_2\uparrow + \underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Cl_2}}\uparrow$
2 moli

$\overset{y}{2\,Fe} + 3\,\underset{3\text{ moli}}{\overset{1,5\text{ moli}}{Cl_2}} \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{z}{2\,FeCl_3}}$
2 moli

**a)** $M_{NaCl} = A_{Na} + A_{Cl} = 23 + 35,5 = 58,5 \Rightarrow 1$ mol NaCl = 58,5 g
$\nu_{NaCl} = \frac{175,5}{58,5} = 3$ moli
x = 1,5 moli $Cl_2$; y = 1 mol Fe; $m_{Fe} = 56$ g
$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100 \Rightarrow m_{Fe\ impur} = 80$ g

**b)** $M_{FeCl_3} = A_{Fe} + 3A_{Cl} = 162,5 \Rightarrow 1$ mol $FeCl_3$ = 162,5 g
z = 1 mol $FeCl_3$; $m_{FeCl_3} = 162,5$ g

**23.** $2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,H_2\uparrow + O_2\uparrow$
$2Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$
$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$
$N_2 + 3\,H_2 \rightleftarrows 2NH_3$
$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$
$2NH_4Cl + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + 2HCl$
$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4OH$
$2NH_4OH + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + 2H_2O$
a = $H_2$; b = $O_2$; d = Na; e = NaOH;
f = $NH_3$; g = $NH_4Cl$; i = $H_2SO_4$; j = $NH_4OH$

**24.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,1\text{ moli}}{(NH_4)_2CO_3}} \xrightarrow{t^\circ C} \underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,NH_3}}\uparrow + \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{CO_2}}\uparrow + \underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{H_2O}}\uparrow$

A = $(NH_4)_2CO_3$
$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4OH$
$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$
$2\,NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$
$NH_3 + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3$

a = $NH_3$; b = $CO_2$; d = $NH_4OH$; e = $H_2CO_3$;
f = $(NH_4)_2SO_4$; g = $NH_4NO_3$

**c)** $M_{(NH_4)_2CO_3} = 2(A_N + 4A_H) + A_C + 3A_O = 2(14 + 4\cdot 1) + 12 + 3\cdot 16 = 96$

$\Rightarrow$ 1 mol $(NH_4)_2CO_3$ = 96 g

$\nu_{(NH_4CO_3)} = \frac{9,6}{96} = 0,1$ moli

x = 2 · 0,1 = 0,2 moli $NH_3$; y = 0,1 moli $CO_2$; z = 0,1 moli $H_2O$ (v)

$M_{NH_3} = A_N + 3A_H = 14 = 3\cdot 1 = 17 \Rightarrow$ 1 mol $NH_3$ = 17 g $\Rightarrow$ $m_{NH_3} = 3,4$ g;

$M_{CO_2} = A_C + 2A_O = 12 + 2\cdot 16 = 44 \Rightarrow$ 1 mol $CO_2$ = 44 g $\Rightarrow$ $m_{CO_2} = 4,4$ g;

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2\cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow$ 1 mol $H_2O$ = 18 g $\Rightarrow$ $m_{H_2O} = 1,8$ g

$m_{gaze} = 3,4 + 4,4 + 1,8 = 9,6$ g  $m_{gaze} = 9,6$g

sau, conform legii conservării masei, $m_{reactanți} = m_{produși\ de\ reacție}$

$\Rightarrow m_{produși\ de\ reacție} = 9,6$ g

**25. a)** i) $2KClO_3 \xrightarrow{t^oC} 2KCl + 3O_2\uparrow$

ii) $KCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$

iii) $2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{electroliză} 2NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

iv) $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$

v) $NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

vi) $KClO_3 + 6HCl \longrightarrow KCl + 3Cl_2\uparrow + 3H_2O$

vii) $3Cl_2 + 2Fe \longrightarrow 2FeCl_3$

viii) $2FeCl_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 6HCl$

a = $KClO_3$; b = KCl; d = $O_2$; e = AgCl;
f = NaCl; g = NaOH; h = $H_2$; i = $Cl_2$;
j = HCl; k = $FeCl_3$; l = $Fe_2(SO_4)_3$

**c)** $K^{\cdot} + {\cdot}\ddot{Cl}: \longrightarrow K^+ + :\ddot{Cl}:^- \xrightarrow{f.e.s.} K^+[:\ddot{Cl}:]^-$ legătură ionică

$:\ddot{O}: + :\ddot{O}: \longrightarrow :\ddot{O}::\ddot{O}:$ sau $:\ddot{O}=\ddot{O}:$ legătură covalentă nepolară dublă

$Na^{\cdot} + {\cdot}\ddot{Cl}: \longrightarrow Na^+ + :\ddot{Cl}:^- \xrightarrow{f.e.s.} Na^+[:\ddot{Cl}:]^-$ legătură ionică

$H^{\cdot} + H^{\cdot} \longrightarrow H:H$ sau H–H legătură covalentă nepolară simplă

$:\ddot{Cl}^{\cdot} + :\ddot{Cl}^{\cdot} \longrightarrow :\ddot{Cl}:\ddot{Cl}:$ sau $:\ddot{Cl}-\ddot{Cl}:$ legătură covalentă nepolară simplă

$H^{\cdot} + {\cdot}\ddot{Cl}: \longrightarrow H:\ddot{Cl}:$ sau $H-\ddot{Cl}:$ legătură covalentă polară simplă

**d)** i) obținerea oxigenului în laborator

ii), v) reacția de recunoaștere a clorurilor cu soluție de azotat de argint

iii) obținerea sodei caustice, a clorului și a hidrogenului în industrie

iv) obținerea industrială a acidului clorhidric

**26.** $^1H^{35}Cl$; $^1H^{37}Cl$; $^2H^{35}Cl$; $^2H^{37}Cl$.



**27.** $\frac{p}{100}\cdot 35 + \frac{(100-p)}{100}\cdot 37 = 35,5$; $35p + 3700 - 37p = 3550$

$2p = 150 \Rightarrow p = 75$

75% $^{35}Cl$; 25% $^{37}Cl$

**28.** $\underset{2\ moli}{2NaOH} + \underset{1\ mol}{\overset{x}{Cl_2}} \longrightarrow NaClO + NaCl + H_2O$

x = 1 mol $Cl_2$; $6,023\cdot 10^{23}$ molecule $Cl_2$

**29.** $2NaNO_3 + \underset{98\ g}{\overset{24,5\ g}{H_2SO_4}} \longrightarrow Na_2SO_4 + \underset{2\ moli}{\overset{x}{2HNO_3}}$

**a)** $c = \frac{m_d}{m_s}\cdot 100$; $49 = \frac{m_d}{50}\cdot 100 \Rightarrow m_d = 24,5$g $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2\cdot 1 + 32 + 4\cdot 16 = 98 \Rightarrow$ 1 mol $H_2SO_4$ = 98g

$x = \frac{2\cdot 24,5}{98} = 0,5$ moli $HNO_3$

$\underset{3\cdot 12\ g}{\overset{y}{3C}} + \underset{4\ moli}{\overset{0,5\ moli}{4HNO_3}} \longrightarrow \underset{3\ moli}{\overset{z}{3CO_2}}\uparrow + \underset{4\ moli}{\overset{t}{4NO}}\uparrow + 2H_2O$

$y = \frac{3\cdot 12\cdot 0,5}{4} = 4,5$ g C

**b)** $z = \frac{3\cdot 0,5}{4} = 0,375$ moli $CO_2$; $t = \frac{4\cdot 0,5}{4} = 0,5$ moli NO

nr. molecule gaze = $6,023\cdot 10^{23}(0,375 + 0,5) = 5,27\cdot 10^{23}$

**30.** $\underset{1\ mol}{\overset{0,75\ moli}{C}} + O_2 \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{x}{CO_2}}$

$\underset{1\ mol}{\overset{0,75\ moli}{CO_2}} + \underset{1\ mol}{\overset{z}{Ca(OH)_2}} \longrightarrow CaCO_3\downarrow + \underset{1\ mol}{\overset{t}{H_2O}}$

$m_c = \frac{90}{100}\cdot 10 = 9$ g; $\nu_C = \frac{9}{12} = 0,75$ moli

x = 0,75 moli $CO_2$

$c = \frac{m_d}{m_s}\cdot 100$; $10 = \frac{m_d\cdot 100}{1110} \Rightarrow m_d = 111$ g $Ca(OH)_2$

$M_{Ca(OH)_2} = A_{Ca} + 2(A_O + A_H) = 40 + 2(16 + 1) = 74 \Rightarrow$ 1 mol $Ca(OH)_2$ = 74 g

$\nu_{Ca(OH)_2} = \frac{111}{74} = 1,5$ moli

Teoretic $\nu_{CO_2} : \nu_{Ca(OH)_2} = 1:1$

Practic $\nu_{CO_2} : \nu_{Ca(OH)_2} = 0,75:1,5 = 1:2$ $\Rightarrow$ $Ca(OH)_2$ în exces

z = 0,75 moli $Ca(OH)_2 \Rightarrow \nu_{Ca(OH)_2\ exces} = 1,5 - 0,75 = 0,75$ moli

$m_{Ca(OH)_2\ exces} = 0,75 \cdot 74 = 55,5$ g ($m_d$)

t = 0,75 moli $H_2O$;

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$m_{H_2O} = 0,75 \cdot 18 = 13,5$

$m_{H_2O\ din\ sol.\ Ca(OH)2} = 1110 - 111 = 999$ g

$m_{sf} = 55,5 + 13,5 + 999 = 1068$ g

$c = \frac{55,5 \cdot 100}{1068} \Rightarrow c = 5,2\%$

**31.** $\overset{1\ mol}{C} + 2\overset{y}{H_2} \xrightarrow{Ni\ /2000^\circ C} \overset{a}{CH_4}$
$\quad 1\ mol \quad 2\ moli \qquad\qquad 1\ mol$

1 mol $H_2$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi H

x moli ..... $6,023 \cdot 10^{24}$ atomi H $\Rightarrow x = 5$ moli $H_2$

$\nu_C = \frac{6,023 \cdot 10^{23}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 1$ mol

Teoretic: $\nu_C : \nu_{H_2} = 1:2 \Rightarrow$ $H_2$ este în exces

Practic $\nu_C : \nu_{H_2} = 1:5$

y = 2 moli $H_2$ $\Rightarrow \nu_{H_2\ exces} = 5 - 2 = 3$ moli

$\overset{3\ moli}{2H_2} + \overset{z}{O_2} \longrightarrow \overset{t}{2H_2O}$
$\quad 2\ moli \quad 1\ mol \qquad 2\ moli$

z = 1,5 moli $O_2$; $\nu_{O_2} = 1,5 \cdot 22,4 = 33,6$L; $\nu_{aer} = \frac{33,6 \cdot 100}{20} \Rightarrow \nu_{aer} = 168$ L

**b)** $3Fe + 4\overset{3\ moli}{H_2O}_{(v)} \longrightarrow \overset{b}{Fe_3O_4} + 4\overset{c}{H_2}$
$\qquad\qquad 4\ moli \qquad\quad 1\ mol \quad 4\ moli$

t = 3 moli $H_2O$; a = 1 mol $CH_4$;

$M_{CH_4} = A_C + 4A_H = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \Rightarrow 1$ mol $CH_4 = 16$ g

$m_{CH_4} = 16$ g

$b = \frac{3 \cdot 1}{4} = 0,75$ moli $Fe_3O_4$

$M_{Fe_3O_4} = 3A_{Fe} + 4A_O = 3 \cdot 56 + 4 \cdot 16 = 232 \Rightarrow 1$ mol $Fe_3O_4 = 232$ g

$m_{Fe_3O_4} = 0,75 \cdot 232 = 174$ g

$c = \frac{4 \cdot 3}{4} = 3$ moli $H_2$

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ mol $H_2 = 2$ g

$m_{H_2} = 3 \cdot 2 = 6$ g

$m_{produşi} = 16 + 174 + 6 = 196$ g; $m_{produşi} = 196$ g



**32.** $2KClO_3 \xrightarrow{t^\circ C} 2KCl + 3O_2 \uparrow$

$KClO_3 + 6HCl \longrightarrow KCl + 3Cl_2\uparrow + 3H_2O$

$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{electroliză} 2NaOH + Cl_2 \uparrow + H_2 \uparrow$

$2H_2O \xrightarrow{electroliză} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$

$2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2 \uparrow$

$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$

**33.** $\overset{12,14}{N_2} + 3\overset{x}{H_2} \rightleftharpoons \overset{y}{2NH_3}$
$\quad 1\ kmol \quad 3\ kmoli \qquad 2\ kmoli$

$\overset{24,28\ kmoli}{NH_3} + \overset{z}{HCl} \longrightarrow \overset{t}{NH_4Cl}$
$\quad 1\ kmol \quad 1\ kmol \qquad 1\ kmol$

**a)** $M_{N_2} = 2A_N = 2 \cdot 14 = 28 \Rightarrow 1$ kmol $N_2 = 28$ kg

$\nu_{N_2} = \frac{340}{28} = 12,14$ kmoli

$\nu_{H_2} = \frac{54,21 \cdot 10^{27}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 9 \cdot 10^4$ moli $H_2 = 90$ kmoli $H_2$

Teoretic: $\nu_{N_2} : \nu_{H_2} = 1:3$

Practic: $\nu_{N_2} : \nu_{H_2} = 12,14 : 90 \Rightarrow H_2$ în exces

x = 12,14 · 3 = 36,42 kmoli $H_2$ reacţionat

$\nu_{H_2\ exces} = 53,58$ kmoli

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ kmol $H_2 = 2$ kg

$m_{H_2} = 2 \cdot 53,58$

$m_{H_2} = 107,16$ kg

**b)** y = 2 · 12,14 = 24,28 kmoli $NH_3$; z = 24,28 kmoli HCl

**c)** t = 24,28 kmoli $NH_4Cl$

$M_{NH_4Cl} = A_N + 4A_H + A_{Cl} = 14 + 4 \cdot 1 + 35,5 = 53,5$

$\Rightarrow 1$ kmol $NH_4Cl = 53,5$ kg

$m_{NH_4Cl} = 24,28 \cdot 53,5 \Rightarrow m_{NH_4Cl} = 1298,98$ kg

**34.** aer $\xrightarrow{distilare} 4N_2 + O_2$

$2H_2O \xrightarrow{electroliza} 2H_2 + O_2$

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$

$NH_3 + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3$

**35.** $3P + 5\overset{63\ g}{HNO_3} + 2H_2O \longrightarrow 3\overset{x}{H_3PO_4} + 5NO \uparrow$
$\qquad 5 \cdot 63\ g \qquad\qquad 3\ moli$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_d = 63$ g $HNO_3$

$m_{HNO_3} = A_H + A_N + 3A_O = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63 \Rightarrow 1$ mol $HNO_3 = 63$ g

$x = \frac{63 \cdot 3}{5 \cdot 63} = 0,6$ moli $H_3PO_4$; $\nu_{H_3PO_4} = 0,6$ moli

$M_{H_3PO_4} = 3A_H + A_P + 4A_O = 3 \cdot 1 + 31 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_3PO_4 = 98$ g

$m_{H_3PO_4} = 0,6 \cdot 98 \Rightarrow m_{H_3PO_4} = 58,8$ g

**36.** $AH_x$, $BH_y$; nr. protoni = Z

$Z_A - Z_B = 1$; $A = Z + n$

$\Rightarrow A_A = A_B + 1$

x = valența elementului A

y = valența elementului B

$y - x = 1$

100g amestec .....7,353g H

$(A_A + A_B + x + y)$g amestec .....$(x + y)$g H

$7,353(A_A + A_B + x + y) = 100(x + y)$

$A_A = A_B + 1$

$y = x + 1$

$2A_B = 11,6 + 25,2x$

pentru $x = 2$, $A_B = 31$

$y = 3$, $A_A = 32$

Cele două nemetale sunt S și P; $H_2S$; $PH_3$.

Verificare: (34 + 34) g amestec ..... 5 g H

100 g ..... $p \Rightarrow p = 7,353\%$ H

**37.** $m_{nemetal} = 26,7 - 5,4 = 21,3$ g; $AlE_3$

5,4 g Al ..... 21,3 g E

27 g Al ..... $3A_E$ g E $\Rightarrow A_E = 35,5 \Rightarrow$ E = Cl $\Rightarrow AlCl_3$

## 4.6. Probleme propuse

**1.** $36,138 \cdot 10^{26}$;

**2.** 6,5 g Zn; 20 g sol. HCl 36,5%;

**3.** 4,8 g;

**6.** $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule $SO_2$; 120 g apă;

**7.** $HClO_4$;

**8.** **a)** 71 g; **b)** 106,5 g; **c)** 2,84 g; **d)** 71 kg;

**9.** 20 kg cărbune;

**10.** $13,44 \cdot 10^{26}$;

**11.** 1 mol apă;



**12.** 19,6 g $H_2SO_4$;

**13.** 7 : 1;

**14.** **b)** 120 kg;

**15.** 121,43 kg $NH_3$.

# Cap. 5. Metale

## 5.1. Aluminiul

**1.** **a)** A;
**b)** F; Aluminiul este un metal uşor.
**c)** F; Aluminiul formează cu magneziul un aliaj numit duraluminiu.
**d)** F; Aluminiul arde cu scântei alb-strălucitoare.
**e)** F; Aluminiul are o rezistenţă ridicată la coroziune.
**f)** F; Aluminiul nu reacţionează cu acidul azotic diluat sau concentrat.

**2.** Aluminiul se găseşte în natură numai sub formă de combinaţii. În combinaţiile anorganice intră în compoziţia argilelor şi a bauxitei. Materia primă din care se extrage aluminiul este bauxita.
Aluminiul este un solid, de culoare alb-argintie; poate fi tras în foi subţiri, proprietate numită maleabilitate, sau în fire, proprietate numită ductilitate. În reacţie cu acidul clorhidric sau acidul sulfuric, în condiţii normale, rezultă hidrogen. Este utilizat în procesul de aluminotermie, obţinându-se metale de puritate avansată.

**3.** Aluminiul este un metal cu densitate mică; este bun conducător de căldură şi electricitate. Reacţionează cu acidul sulfuric concentrat sau diluat, dar nu reacţionează acidul azotic concentrat sau diluat. Este rezistent la coroziune şi nu reacţionează cu apa în condiţii obişnuite.

**4.** 1 a), e); 2 d); 3 c); 4 f); 5 g); 6 b); 7 f).

**5.** $\rho = \frac{m}{V}$; $m = \rho \cdot V = 3,97 \cdot 10 = 39,7$ g

$M_{Al_2O_3} = 2A_{Al} + 3A_O = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 102 \Rightarrow 1$ mol $Al_2O_3 = 102$ g

102 g $Al_2O_3$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi Al

39,7 g ..... x

$\Rightarrow x = \frac{39,7 \cdot 2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{102} = 4,69 \cdot 10^{23}$ atomi Al

**6.** $M_{Al_2O_3 \cdot H_2O} = 2A_{Al} + 4A_O + 2A_H = 2 \cdot 27 + 4 \cdot 16 + 2 \cdot 1 = 120$

$\Rightarrow 1$ mol $Al_2O_3 \cdot H_2O = 120$ g

120 g $Al_2O_3 \cdot H_2O$ ..... 54 g Al

100 g $Al_2O_3 \cdot H_2O$ ..... p

$\Rightarrow p = \frac{100 \cdot 54}{120} \Rightarrow p = 45\%$ Al

**7.** $M_{Al_2O_3} = 2A_{Al} + 3A_O = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 102 \Rightarrow 1$ mol $Al_2O_3 = 102$ g



102 g $Al_2O_3$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi Al

510 g $Al_2O_3$ ..... x

$\Rightarrow x = \frac{510 \cdot 2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{102\ g} = 60,23 \cdot 10^{23}$ atomi Al

nr. at. Al = $6,023 \cdot 10^{24}$

**8.** $\overset{0,5\ kmoli}{2\,Al_2O_3} \xrightarrow{electroliză} 4\,\overset{x}{Al} + 3\,O_2\uparrow$
$2$ kmoli $\qquad\qquad 4$ kmoli

$x = \frac{4 \cdot 0,5}{2} = 1$ kmol Al; $m_{Al} = 27$ kg; $m_{p\,Al} = \frac{27 \cdot 80}{100} = 21,6$ kg Al

$m_{Al} = 21,6$ kg

**9.** $\overset{0,3\ moli}{Mg} + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + \overset{x}{H_2}\uparrow$
$1$ mol $\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad 1$ mol

$\overset{y}{2\,Al} + 6\,HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + \overset{0,3\ moli}{3\,H_2}\uparrow$
$2$ moli $\qquad\qquad\qquad\qquad 3$ moli

$\nu_{Mg} = \frac{7,2}{24} = 0,3$ moli; x = 0,3 moli $H_2$

$y = \frac{2 \cdot 0,3}{3} = 0,2$ moli Al; $\nu_{Al} = 0,2$ moli

$m_{Al} = 0,2 \cdot 27 = 5,4$ g; $m_{Al} = 5,4$ g

**10.** $\overset{270\ g}{2\,Al} + 6\,\overset{x}{HCl} \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,\overset{y}{H_2}\uparrow$
$2 \cdot 27$ g $\qquad 6 \cdot 36,5$ g $\qquad\qquad 3$ moli

**a)** $m_{Al\ pur} = \frac{90}{100} \cdot 300 = 270$ g

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$x = \frac{270 \cdot 6 \cdot 36,5}{2 \cdot 27} = 1095$ HCl ($m_d$)

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $36,5 = \frac{1095 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 3000$ g sol. HCl 36,5%

**b)** $y = \frac{3 \cdot 270}{2 \cdot 27} = 15$ moli $H_2$

$\nu_{H_2} = 15$ moli

**c)** În amestecul final, atomi de hidrogen se găsesc în $H_2$ rezultat din reacţie şi în apa provenită din soluţia de HCl 36,5%.

1 mol $H_2$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi H

15 moli $H_2$ ..... a

$\Rightarrow a = 15 \cdot 2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 180,69 \cdot 10^{23}$ at. H

$m_{H_2O} = 3000 - 1095 = 1905$ g

18 g $H_2O$ ..... $2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ at. H

1905 g $H_2O$..... b

$\Rightarrow b = \frac{1905 \cdot 2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{18} = 1274,87 \cdot 10^{23}$ at. H

nr. total atomi H = $180,69 \cdot 10^{23} + 1274,87 \cdot 10^{23} = 1455,56 \cdot 10^{23}$

nr. total atomi H = $1,456 \cdot 10^{26}$

**11.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{20\text{ moli}}{2\,Al}} + 3\,S \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Al_2S_3}}$

$\underset{2\text{ moli}}{\overset{20\text{ moli}}{2\,Al}} + 3\,Cl_2 \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{y}{2\,AlCl_3}}$

$\underset{2\text{ moli}}{\overset{20\text{ moli}}{2\,Al}} + Fe_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3 + \underset{2\text{ moli}}{\overset{z}{2\,Fe}}$

**a)** $\nu_{Al} = \frac{3,613 \cdot 10^{25}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 0,6 \cdot 10^2 = 60$ moli

Pentru fiecare reacție se folosesc 20 moli Al

x = 10 moli $Al_2S_3$

$M_{Al_2S_3} = 2A_{Al} + 3A_S = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 32 = 150 \Rightarrow 1$ mol $Al_2S_3 = 150$ g

$m_{Al_2S_3} = 1500$ g

y = 20 moli $AlCl_3$

$M_{AlCl_3} = A_{Al} + 3A_{Cl} = 27 + 3 \cdot 35,5 = 133,5 \Rightarrow 1$ mol $AlCl_3 = 133,5$ g

$m_{AlCl_3} = 20 \cdot 133,5 = 2670$ g $\Rightarrow m_{AlCl_3} = 2670$ g

$m_{săruri} = m_{Al_2S_3} + m_{AlCl_3} = 1500 + 2670 = 4170$ g $\Rightarrow m_{săruri} = 4170$ g

**b)** z = 20 moli Fe

**12.** $\underset{2 \cdot 27\text{ kg}}{\overset{x}{2\,Al}} + Fe_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3 + \underset{2 \cdot 56\text{ kg}}{\overset{112\text{ kg}}{2\,Fe}}$

$x = \frac{2 \cdot 27 \cdot 112}{2 \cdot 56} = 54$ kg Al pur

$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100$ ; $m_{Al\ impur} = \frac{54 \cdot 100}{80} \Rightarrow m_{Al\ impur} = 67,5$ kg

**13.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{3\text{ moli}}{2\,Al}} + \underset{6\text{ moli}}{\overset{z}{6\,HCl}} \longrightarrow 2\,AlCl_3 + \underset{3\text{ moli}}{\overset{x}{3\,H_2}}\uparrow$

$\underset{2\text{ moli}}{\overset{3\text{ moli}}{2\,Al}} + \underset{2\text{ moli}}{\overset{t}{2\,NaOH}} + 6H_2O \longrightarrow 2\,Na[Al(OH)_4] + \underset{3\text{ moli}}{\overset{y}{3\,H_2}}\uparrow$

**a)** $x = \frac{3 \cdot 3}{2} = 4,5$ moli $H_2$; $y = \frac{3 \cdot 3}{2} = 4,5$ moli $H_2$

$\nu_{H_2\ total} = 9$ moli



**b)** $z = \frac{6 \cdot 3}{2} = 9$ moli HCl

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$m_{HCl} = 9 \cdot 36,5 = 328,5$ g ($m_d$)

$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100$ ; $36,5 = \frac{328,5 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 900$ g sol. HCl 36,5%

**c)** $t = \frac{2 \cdot 3}{2} = 3$ moli NaOH

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1$ mol NaOH = 40 g

$m_{NaOH} = 120$ g ($m_d$); $m_s = 300$ g sol. NaOH 40%

**14.** $\underset{4\text{ moli}}{\overset{0,02\text{ moli}}{4\,Al}} + \underset{3\text{ moli}}{\overset{y}{3\,O_2}} \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,Al_2O_3}}$

**a)** $m_{Al} = \frac{90}{100} \cdot 0,6 = 0,54$ g

**b)** $\nu_{Al} = \frac{0,54}{27} = 0,02$ moli

$x = \frac{0,02 \cdot 2}{4} = 0,01$ moli $Al_2O_3$

**c)** $y = \frac{3 \cdot 0,02}{4} = 0,015$ moli $O_2$

$V_{O_2} = 0,015 \cdot 22,4 = 0,336$ L

100 L aer ..... 20 L $O_2$

V ..... 0,336 L $O_2$ $\Rightarrow V_{aer} = 1,68$ L

**15.** 1) $2\,Al_2O_3 \xrightarrow{\text{electroliză}} 4\,Al + 3\,O_2\uparrow$ r. descompunere

2) $2\,Al + 3\,Cl_2 \longrightarrow 2\,AlCl_3$ r. de combinare

3) $2\,Al + 3\,S \longrightarrow Al_2S_3$ r. de combinare

4) $4\,Al + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,Al_2O_3$ r. de combinare

5) $AlCl_3 + 3\,NaOH \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3\,NaCl$ r. de schimb

6) $NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$ r. de schimb

7) $Al(OH)_3 + 3\,HCl \longrightarrow AlCl_3 + 3\,H_2O$ r. de schimb

8) $2\,Al + 6\,HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,H_2\uparrow$ r. de substituție

9) $2\,H_2 + O_2 \longrightarrow 2\,H_2O$ r. de combinare

10) $2\,Al + Fe_2O_3 \longrightarrow 2\,Fe + Al_2O_3$ r. de substituție

**a)** a = Al; b = $O_2$; d = $AlCl_3$; e = $Al_2S_3$;

f = $Al(OH)_3$; g = NaCl; h = AgCl; i = $NaNO_3$;

j = HCl; k = $H_2$; l = $H_2O$; m = Fe

**d)** 1) obținerea industrială a aluminiului

5) obținerea $Al(OH)_3$

6) recunoaşterea clorurilor cu o soluţie de azotat de argint
7) neutralizarea unei baze cu un acid
8) obţinerea hidrogenului
9) obţinerea flăcării oxihidrice
10) aluminotermia

**16.** $2\underset{2\cdot 27\,g}{\overset{x}{Al}} + 2\underset{2\cdot 40\,g}{\overset{y}{NaOH}} + 6\underset{6\cdot 18\,g}{\overset{z}{H_2O}} \longrightarrow 2\,Na[Al(OH)_4] + 3\underset{3\ moli}{\overset{6\cdot 10^{-3}\ moli}{H_2}}\uparrow$

**a)** x = 0,108 g Al

**b)** $M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1$ mol NaOH = 40 g

$y = \dfrac{2\cdot 40\cdot 6\cdot 10^{-3}}{3} = 0{,}160$ g NaOH ($m_d$)

$c = \dfrac{m_d\cdot 100}{m_s}$; $40 = \dfrac{0{,}160\cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 0{,}4$ g sol. NaOH 40%

$m_{H_2O} = 0{,}4 - 0{,}160 = 0{,}24$ g

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2\cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$z = \dfrac{6\cdot 18\cdot 6\cdot 10^{-3}}{3} = 0{,}216$ g $H_2O$ reacţionată

$m_{H_2O\ ramasa} = 0{,}24 - 0{,}216 = 0{,}024$ g $\Rightarrow m_{H_2O\ ramasa} = 0{,}024$ g

**17.** $2\underset{2\cdot 27\,g}{\overset{y}{Al}} + 6\underset{6\cdot 36{,}5\,g}{\overset{z}{HCl}} \longrightarrow 2\underset{2\ moli}{\overset{0{,}1\ moli}{AlCl_3}} + 3\,H_2\uparrow$

$\underset{1\ mol}{\overset{x}{AlCl_3}} + 3\underset{3\ moli}{\overset{0{,}3\ moli}{AgNO_3}} \longrightarrow 3\,AgCl\downarrow + Al(NO_3)_3$

**a)** $c = \dfrac{m_d\cdot 100}{m_s}$; $m_d = \dfrac{20\cdot 255}{100} = 51$ g $AgNO_3$

$M_{AgNO_3} = A_{Ag} + A_N + 3A_O = 108 + 14 + 3\cdot 16 = 170 \Rightarrow 1$ mol $AgNO_3 = 170$ g

$\nu_{Al(NO_3)_3} = \dfrac{51}{170} = 0{,}3$ moli

x = 0,1 moli $AlCl_3$; $y = \dfrac{2\cdot 27\cdot 0{,}1}{2} = 2{,}7$ g Al pur

$m_{Al\ pur} = \dfrac{2{,}7\cdot 100}{60} = 4{,}5$ g $\Rightarrow m_{Al\ impur} = 4{,}5$ g

**b)** $m_{H_2O\ final} = m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} + m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3}$

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35{,}5 = 36{,}5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$z = \dfrac{0{,}1\cdot 36{,}5\cdot 6}{2} = 10{,}95$ g HCl ($m_d$)

$m_s = 30$ g sol. HCl 36,5%

$m_{H_2O} = 30 - 10{,}95 = 19{,}05$ g



$m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3} = 255 - 51 = 204$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ finală} = 19{,}05 + 204 = 223{,}05$ g $\Rightarrow m_{H_2O\ din\ sol.\ finală} = 223{,}05$ g

**18.** $\underset{2\cdot 27\,g}{\overset{135\,g}{2Al}} + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + \underset{3\ moli}{\overset{x}{3H_2}}\uparrow$

$\underset{1\ mol}{\overset{7{,}5\ moli}{H_2}} + \underset{1\ mol}{\overset{y}{Cl_2}} \longrightarrow \underset{2\ moli}{\overset{z}{2\,HCl}}$

**a)** $x = \dfrac{3\cdot 135}{2\cdot 27} = 7{,}5$ moli $H_2$

y = 7,5 moli $Cl_2$

$M_{Cl_2} = 2A_{Cl} = 2\cdot 35{,}5 = 71 \Rightarrow 1$ mol $Cl_2 = 71$ g

$m_{Cl_2} = 7{,}5\cdot 71 = 532{,}5$ g $\Rightarrow m_{Cl_2} = 532{,}5$ g

**b)** $M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35{,}5 = 36{,}5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$z = \dfrac{2\cdot 7{,}5}{1} = 15$ moli HCl

$m_{HCl} = 15\cdot 36{,}5 = 547{,}5$ g ($m_d$)

$m_s = m_d + m_{H_2O} = 547{,}5 + 952{,}5 = 1500$ g

$c = \dfrac{m_d\cdot 100}{m_s}$; $c = \dfrac{547{,}5\cdot 100}{1500} \Rightarrow c = 36{,}5\%$

**19.** $\underset{3\cdot 27\,kg}{\overset{1\,kg}{3Al}} + 3\underset{3\cdot 117{,}5\,kg}{\overset{x}{NH_4ClO_4}} \longrightarrow Al_2O_3 + AlCl_3 + 3\,NO + 6\,H_2O$

$M_{NH_4ClO_4} = A_N + 4A_H + A_{Cl} + 4A_O = 14 + 4\cdot 1 + 35{,}5 + 4\cdot 16 = 117{,}5$

$\Rightarrow 1$ kmol $NH_4ClO_4 = 117{,}5$ kg

$x = \dfrac{3\cdot 117{,}5\cdot 1}{3\cdot 27} = 4{,}35$ kg $\Rightarrow m_{NH_4ClO_4} = 4{,}35$ kg

**20.** $Al + HNO_3 \longrightarrow$ pasiv

$\underset{3\cdot 64\,g}{\overset{72\,g}{3\,Cu}} + 8\,HNO_3 \longrightarrow \underset{3\cdot 188\,kg}{\overset{z}{3\,Cu(NO_3)_2}} + \underset{2\ moli}{\overset{t}{2\,NO}}\uparrow + 4\,H_2O$

$\underset{1\ mol}{\overset{y}{Mg}} + 2\,HNO_3 \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{x}{Mg(NO_3)_2}} + \underset{1\ mol}{\overset{1\ mol}{H_2}}\uparrow$

**a)** x = 1 mol $Mg(NO_3)_2$

$M_{Mg(NO_3)_2} = A_{Mg} + 2(A_N + 3A_O) = 24 + 2(14 + 3\cdot 16) = 148$

$\Rightarrow 1$ mol $Mg(NO_3)_2 = 148$ g; $m_{Mg(NO_3)_2} = 148$ g

y = 1 mol Mg; $m_{Mg} = 24$ g

100 g aliaj ..... 1 g Mg

m ..... 24 g Mg $\Rightarrow$ m = 2400 g aliaj

$m_{Cu} = \frac{3}{100} \cdot 2400 = 72$ g

$M_{Cu(NO_3)_2} = A_{Cu} + 2(A_N + 3A_O) = 64 + 2(14 + 3 \cdot 16) = 188$

$\Rightarrow$ 1 mol $Cu(NO_3)_2$ = 188 g

$z = \frac{3 \cdot 188 \cdot 72}{3 \cdot 64} = 211,5$ g $Cu(NO_3)_2$

$m_{săruri} = 148 + 211,5 = 359,5$ g; $m_{săruri} = 359,5$ g

**b)** $t = \frac{2 \cdot 72}{3 \cdot 64} = 0,75$ moli NO; $\nu_{gaze} = \nu_{H_2} + \nu_{NO} = 1 + 0,75 = 1,75$ moli

$\nu_{gaze} = 1,75$ moli

**c)** $m_{Al} = \frac{95}{100} \cdot 2400 = 2280$ g $\Rightarrow m_{Al} = 2280$ g

**21.** $4\,Al + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,Al_2O_3$

$2\,Al + 2\,NaOH + 6\,H_2O \longrightarrow 2\,Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2\,H_2O$

$2\,Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + H_2\uparrow$

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$2\,Al + 3\,Cl_2 \longrightarrow 2\,AlCl_3$

$AlCl_3 + 3\,AgNO_3 \longrightarrow 3\,AgCl\downarrow + Al(NO_3)_3$

$K + NaOH \longrightarrow KOH + Na$

$2\,Al + Fe_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 2\,Fe$

| | | | |
|---|---|---|---|
| a = Al; | b = NaOH; | d = $H_2$; | e = Na; |
| f = $H_2O$; | g = NaCl; | h = $AlCl_3$; | i = AgCl; |
| j = $Al(NO_3)_3$; | l = KOH; | m = $Al_2O_3$; | n = Fe |

**22. a)** $2\overset{x}{\underset{2 \cdot 27\,g}{Al}} + 6\overset{y}{\underset{6 \cdot 36,5\,g}{HCl}} \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\overset{6\,g}{\underset{3 \cdot 2\,g}{H_2}}\uparrow$

$2\overset{54\,g}{\underset{2 \cdot 27\,g}{Al}} + 3\,\underset{3 \cdot 160\,g}{\overset{z}{CuSO_4}} \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3\overset{t}{\underset{3\,moli}{Cu}}\downarrow$

$\overset{3\,moli}{\underset{1\,mol}{Cu}} + 2\,\underset{2 \cdot 98\,g}{\overset{b}{H_2SO_4}} \longrightarrow \underset{160\,g}{\overset{v}{CuSO_4}} + \underset{1\,mol}{\overset{u}{SO_2}}\uparrow + 2\,\underset{2 \cdot 18\,g}{\overset{w}{H_2O}}$

**b)** $M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ mol $H_2 = 2$ g

$x = \frac{2 \cdot 27 \cdot 6}{3 \cdot 2} = 54$ g Al

$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100$ ; $m_{Al\ impur} = 67,5$ g

**c)** $M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$y = \frac{6 \cdot 36,5 \cdot 6}{3 \cdot 2} = 219$ HCl ($m_d$)



$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $36,5 = \frac{219 \cdot 100}{m_s}$; $m_s = 600$ g sol. HCl 36,5%

**d)** $M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 = 160$ g

$z = \frac{54 \cdot 3 \cdot 160}{2 \cdot 27} = 480$ g $CuSO_4$ ($m_d$)

$60 = \frac{480 \cdot 100}{m_s}$; $m_s = 800$ g sol. $CuSO_4$ 60%

$t = \frac{3 \cdot 54}{2 \cdot 27} = 3$ moli Cu

u = 3 moli $SO_2$

1 mol $SO_2$ ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule $SO_2$

3 moli $SO_2$ ..... a $\Rightarrow a = 18,069 \cdot 10^{23}$ molecule $SO_2$

**e)** $v = 160 \cdot 3 = 480$ g $CuSO_4$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$w = 3 \cdot 2 \cdot 18 = 108$ g $H_2O$ rezultată din reacție

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$b = 2 \cdot 98 \cdot 3 = 588$ g ($m_d$)

$m_{s\ H_2SO_4} = \frac{588 \cdot 100}{80} = 735$ g $\Rightarrow m_{H_2O} = 735 - 588 = 147$ g

$m_{s\ final} = m_{CuSO_4} + m_{H_2O\ din\ reactie} + m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4}$

$m_{s\ final} = 480 + 108 + 147 = 735$ g

$c = \frac{480 \cdot 100}{735} \Rightarrow 65,31\%$

**23. a)** $2\overset{1184\,g}{\underset{2 \cdot 27\,g}{Al}} + 3\,\underset{3 \cdot 160\,g}{\overset{v}{CuSO_4}} \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3\overset{x}{\underset{3\,moli}{Cu}}\downarrow$

$\overset{65,78\,moli}{\underset{1\,mol}{Cu}} + 2\,\underset{2 \cdot 98\,g}{\overset{y}{H_2SO_4}} \longrightarrow \underset{160\,g}{\overset{z}{CuSO_4}} + \underset{1\,mol}{\overset{u}{SO_2}}\uparrow + 2\,\underset{2 \cdot 18\,g}{\overset{t}{H_2O}}$

**b)** $m_{Al\ pur} = \frac{80}{100} \cdot 1480 = 1184$ g

$x = \frac{3 \cdot 1184}{2 \cdot 27} = 65,78$ moli Cu

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$y = 65,78 \cdot 2 \cdot 98 = 12892,44$ g $H_2SO_4$ ($m_d$) = 12,89 kg

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 14,49$ kg sol. $H_2SO_4$ 89%

**c)** $M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160$; 1 mol $CuSO_4 = 160$ g

$z = 160 \cdot 65,78 = 10524,8$ g $CuSO_4 = 10,52$ kg $CuSO_4$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$t = 2 \cdot 18 \cdot 65,78 = 2368,08$ g $H_2O$ din reacție $= 2,37$ kg

$m_{H_2O \text{ din sol. } H_2SO_4} = 14,49 - 12,89 = 1,6$ kg

$c = \dfrac{10,52 \cdot 100}{14,49} = 72,6\%$; c = 72,6%

**d)** u = 65,78 moli $SO_2$; $V_{SO_2} = 22,4 \cdot 65,78 \Rightarrow V_{SO_2} = 1473,472$ L

**e)** $v = \dfrac{3 \cdot 160 \cdot 1184}{2 \cdot 27} = 10524,44$ g $CuSO_4$;

$m_s = 21,05$ kg sol. $CuSO_4$ 50%

**24.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,2\text{ moli}}{Mg}} + 2\,\underset{2\text{moli}}{\overset{x}{HCl}} \longrightarrow MgCl_2 + \underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{H_2}}\uparrow$

$2\,\underset{2\text{ moli}}{\overset{0,3\text{ moli}}{Al}} + 6\,\underset{6\text{moli}}{\overset{y}{HCl}} \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,\underset{3\text{ moli}}{\overset{t}{H_2}}\uparrow$

**a)** $m_{Mg} = \dfrac{37,2}{100} \cdot 12,9 = 4,8$ g Mg; $\nu_{Mg} = \dfrac{4,8}{24} = 0,2$ moli

$m_{Al} = 12,9 - 4,8 = 8,1$ g; $\nu_{Al} = 0,3$ moli

0,5 moli aliaj ..... 0,2 moli Mg ..... 0,3 moli Al

100 moli aliaj ..... $p_1$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_1 = 40\%$ Mg; $p_2 = 60\%$ Al (procente molare)

Procente masice: 37,2% Mg; 62,8% Al

**b)** x = 0,4 moli HCl; y = 0,9 moli HCl $\Rightarrow \nu_{HCl\ total} = 1,3$ moli

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$m_{HCl} = 1,3 \cdot 36,5 = 47,45$ g

$m_{s\ HCl} = \dfrac{47,45 \cdot 100}{20} = 237,25$ g sol. HCl 20%

$\rho = \dfrac{m_s}{V_s} \Rightarrow V_s = \dfrac{m_s}{\rho} = \dfrac{237,25}{1,1} \Rightarrow V_s = 215,68$ mL sol. HCl 20%

**c)** z = 0,2 moli $H_2$; t = 0,45 moli $H_2$ $\Rightarrow \nu_{H_2\ total} = 0,65$ moli

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ mol $H_2 = 2$ g

$m_{H_2} = 2 \cdot 0,65 = 1,3$ g $\Rightarrow m_{H_2} = 1,3$ g

$V_{H_2} = 0,65 \cdot 22,4 \Rightarrow V_{H_2} = 14,56$ L

**25.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,Al}} + 3\,\underset{3\text{ moli}}{\overset{2\text{ moli}}{H_2SO_4}} \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3\,H_2\uparrow$

Teoretic $\nu_{Al} : \nu_{H_2SO_4} = 2:3$

Practic $\nu_{Al} : \nu_{H_2SO_4} = 1,5:2$ $\Rightarrow$ Al este în exces



$x = \dfrac{4}{3} = 1,33$ moli Al; $\nu_{Al\ exces} = 1,5 - 1,33 = 0,17$ moli

$\nu_{Al\ exces} = 0,17$ moli

**26.** $M_{Al_2O_3 \cdot H_2O} = 2A_{Al} + 4A_O + 2A_H = 2 \cdot 27 + 4 \cdot 16 + 2 \cdot 1 = 120$

$\Rightarrow 1$ kmol $Al_2O_3 \cdot H_2O = 120$ kg

120 kg bauxită ..... 1 kmol $Al_2O_3$ ..... 54 kg Al

x ..... 108 kg Al

$\Rightarrow x = \dfrac{108 \cdot 120}{54} = 240$ kg bauxită; $m_{\text{bauxită impură}} = 300$ kg

**27.** $\underset{27\text{ g}}{\overset{x}{Al}} + 3\,\underset{3 \cdot 170\text{ g}}{\overset{z}{AgNO_3}} \longrightarrow \underset{213\text{ g}}{\overset{t}{Al(NO_3)_3}} + 3\,\underset{3 \cdot 108\text{ g}}{\overset{y}{Ag}}\downarrow$

**a)** x = $m_{Al\ reacționat}$; y = $m_{Ag\ depus}$

$$\begin{cases} 9 - x + y = 9,33 \\ \dfrac{x}{27} = \dfrac{y}{3 \cdot 108} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -x + y = 0,33 \\ y = 12x \end{cases} \qquad 11x = 0,33$$

x = 0,03 g Al reacționat

y = 0,36 g Ag depus

**b)** $m_{Al} = 0,03$ g

**c)** $M_{AgNO_3} = A_{Ag} + A_N + 3A_O = 108 + 14 + 3 \cdot 16 = 170$

$\Rightarrow 1$ mol $AgNO_3 = 170$ g

$z = \dfrac{3 \cdot 170 \cdot 0,03}{27} = 0,567$ g $AgNO_3$; $m_s = 2,833$ g; $m_{H_2O} = 2,266$ g

$M_{Al(NO_3)_3} = A_{Al} + 3(A_N + 3A_O) = 27 + 3(14 + 3 \cdot 16) = 213$

$\Rightarrow 1$ mol $Al(NO_3)_3 = 213$ g

t = 0,237 g $Al(NO_3)_3$

$m_{s\ final} = 2,266 + 0,237 = 2,503$ g

$c = \dfrac{0,237 \cdot 100}{2,503} = 9,47\%$

sau $m_{s\ final} = m_{Al} + m_{s\ AgNO_3} - m_{Ag} = 0,03 + 2,833 - 0,36 = 2,503$ g

$c = \dfrac{0,237 \cdot 100}{2,503} = 9,47\%$

**28.** $m_{Al+Mg} = \dfrac{85}{100} \cdot 6 = 5,1$ g

**a)** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{a\text{ moli}}{2\,Al}} + 6\,HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,\underset{3\text{ moli}}{\overset{x}{H_2}}\uparrow$

**b)** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{b\text{ moli}}{Mg}} + 2\,HCl \longrightarrow MgCl_2 + \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{H_2}}\uparrow$

a = nr. moli Al; b = nr. moli Mg

x = nr. moli $H_2$ din reacția a); y = nr. moli $H_2$ din reacția b)

$$\begin{cases} 3a = 2x \Rightarrow x = 1,5a \\ b = y \\ x + y = 0,25 \\ 27a + 24b = 5,1 \end{cases}$$

a = 0,1 moli Al $\Rightarrow m_{Al} = 2,7$ g

$m_{Mg} = 5,1 - 2,7 = 2,4$ g

6 g aliaj ..... 2,7 g Al ..... 2,4 g Mg

100 g aliaj ..... $p_1$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_1 = \frac{2,7 \cdot 100}{6} = 45\%$ Al; $p_2 = 40\%$ Mg; 15% impurități

% Al = 45; % Mg = 40; % impurități = 15

## 5.2. Ferul

**1.** **a)** A; **b)** A;
**c)** F; Ferul este un metal nerezistent la coroziune.
**d)** F; Ferul nu reacționează cu acidul azotic concentrat la rece, dar reacționează cu acidul clorhidric, rezultând hidrogen.
**e)** A.

**2.** Ferul este cel mai răspândit metal din scoarța terestră după aluminiu. În stare liberă se găsește în meteoriți, iar sub formă de compuși în minereuri ca: pirită, magnetită, calcopirită, hematit, siderit și limonit. Ferul este un metal de culoare alb-cenușie, cu proprietăți magnetice. În aer umed sau în apă cu săruri prezintă fenomenul de coroziune. Este rezistent la acțiunea acidului sulfuric concentrat și a acidului azotic concentrat, de aceea se folosește la fabricarea cisternelor. Aliajele ferului cu carbonul sunt oțelul și fonta.

**3.** În stare pură, ferul este casant, are reactivitatea chimică scăzută și prezintă proprietăți magnetice. Ferul are mai multe valențe. În reacție cu clorul, rezultă o sare în care ferul prezintă valența III. Ferul reacționează cu acidul sulfuric diluat, dar nu reacționează cu acidul sulfuric concentrat.

**4.** 1 b); 2 a); 3 d); 4 f); 5 e); 6 c).

**5.** $\overset{II}{FeO}$ ; $\overset{III}{Fe_2O_3}$ ; $Fe_3O_4$; $(\overset{II}{FeO} \cdot \overset{III}{Fe_2O_3})$

$M_{FeO} = A_{Fe} + A_O = 56 + 16 = 72 \Rightarrow 1$ mol FeO = 72g

72 g FeO ..... 56 g Fe

100g FeO ..... $p_1$

$\Rightarrow p_1 = \frac{56 \cdot 100}{72} = 77,78\%$ Fe



$M_{Fe_2O_3} = 2A_{Fe} + 3A_O = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $Fe_2O_3 = 160$ g

160 g $Fe_2O_3$ ..... 112 g Fe

100 g $Fe_2O_3$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_2 = \frac{112 \cdot 100}{160} = 70\%$ Fe

$M_{Fe_3O_4} = M_{FeO} + M_{Fe_2O_3} = 232 \Rightarrow 1$ mol $Fe_3O_4 = 232$ g

232 g $Fe_3O_4$ ..... 168 g Fe

100 g $Fe_3O_4$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_3 = \frac{168 \cdot 100}{232} = 72,41\%$ Fe

**6.** 100 g hemoglobină ..... 0,34 g Fe

M ..... 4 · 56 g Fe

$\Rightarrow$ M = 65882,35 g/mol

**7.** $\overset{4,2\,g}{3\,Fe} + \underset{3 \cdot 56\,g}{} \; \overset{x}{2\,O_2} \underset{2\,moli}{} \longrightarrow Fe_3O_4$

$x = \frac{2 \cdot 4,2}{3 \cdot 56} = 0,05$ moli $O_2$; $V_{O_2} = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12$ L

100 L aer ..... 20 L $O_2$

V ..... 1,12 L $O_2$

$\Rightarrow V = \frac{1,12 \cdot 100}{20} = 5,6$ L aer $\Rightarrow V_{aer} = 5,6$ L

**8.** $\overset{1,12\,g}{2\,Fe} + \underset{2 \cdot 56\,g}{} \; 3\,\overset{x}{Cl_2} \underset{3 \cdot 71\,g}{} \longrightarrow \underset{2 \cdot 162,5\,g}{} \; \overset{z}{2\,FeCl_3}$

$\overset{1,12\,g}{3\,Fe} + \underset{3 \cdot 56\,g}{} \; 2\,\overset{y}{O_2} \underset{2\,moli}{} \longrightarrow \underset{1\,mol}{\overset{t}{Fe_3O_4}}$

**a)** $m_{Fe\,pur} = \frac{80}{100} \cdot 2,8 = 2,24$ g Fe

$M_{Cl_2} = 2A_{Cl} = 2 \cdot 35,5 = 71 \Rightarrow 1$ mol $Cl_2 = 71$ g

$m_{Cl_2} = \frac{1,12 \cdot 3 \cdot 71}{2 \cdot 56} = 2,13$ g $Cl_2 \Rightarrow m_{Cl_2} = 2,13$ g

**b)** $y = \frac{2 \cdot 1,12}{3 \cdot 56} = 0,0133$ moli $O_2$

nr. molecule $O_2 = 0,0133 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$

nr. molecule $O_2 = 0,0803 \cdot 10^{23}$

**c)** $M_{FeCl_3} = A_{Fe} + 3A_{Cl} = 56 + 3 \cdot 35,5 = 162,5 \Rightarrow 1$ mol $FeCl_3 = 162,5$ g

$z = \frac{2 \cdot 162,5 \cdot 1,12}{2 \cdot 56} = 3,25$ g $FeCl_3 \Rightarrow m_{FeCl_3} = 3,25$ g

**d)** $t = \frac{1,12}{3 \cdot 56} = 0,0067$ moli $Fe_3O_4 \Rightarrow \nu_{Fe_3O_4} = 0,0067$ moli

**9.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Fe}} + 2\underset{2\text{ moli}}{\overset{y}{HCl}} \longrightarrow FeCl_2 + \underset{1\text{ mol}}{\overset{0,25\text{ moli}}{H_2}}\uparrow$

**a)** $m_{Fe} = 14$ g

**b)** $y = 0,5$ moli HCl;

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g;

$m_{HCl} = 0,5 \cdot 36,5 = 18,25$ g ($m_d$)

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_s = \frac{18,25 \cdot 100}{36,5} = 50$ g

$m_{H_2O} = m_s - m_d = 50 - 18,25 = 31,75$ g

$m_{H_2O} = 31,75$ g

**10.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{10\text{ moli}}{2Fe}} + 3Cl_2 \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2FeCl_3}}$

$m_{Fe\ pur} = \frac{80}{100} \cdot 700 = 560$ g; $\nu_{Fe} = \frac{560}{56} = 10$ moli

$x = \frac{2 \cdot 10}{2} = 10$ moli $FeCl_3 \Rightarrow \nu_{FeCl_3} = 10$ moli

$M_{FeCl_3} = A_{Fe} + 3A_{Cl} = 56 + 3 \cdot 35,5 = 162,5 \Rightarrow 1$ mol $FeCl_3 = 162,5$ g

$m_{FeCl_3} = 1625$ g

**11.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,016\text{ moli}}{Fe}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{CuSO_4}} \longrightarrow FeSO_4 + \underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Cu}}\downarrow$

$m_{Fe\ reactionat} = \frac{40}{100} \cdot 2,24 = 0,896$ g; $\nu_{Fe} = \frac{0,896}{56} = 0,016$ moli Fe

$x = 0,016$ moli Cu; $m_{Cu} = 0,016 \cdot 64 = 1,024$ g $\Rightarrow m_{Cu} = 1,024$ g

$y = 0,016$ moli $CuSO_4$

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 = 160$ g

$m_{CuSO_4} = 0,016 \cdot 160 = 2,56$ ($m_d$)

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $20 = \frac{2,56 \cdot 100}{m_s}$; $m_s = 12,8$ g sol. $CuSO_4$ 20%

**12.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{5\text{ moli}}{2Fe}} + \underset{3\text{ moli}}{\overset{x}{3Cl_2}} \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{y}{2FeCl_3}}$

$\underset{1\text{ mol}}{\overset{5\text{ moli}}{FeCl_3}} + 3\,NaOH \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{Fe(OH)_3}}\downarrow + 3\underset{3\text{ moli}}{\overset{t}{NaCl}}$

**a)** $x = \frac{5 \cdot 3}{2} = 7,5$ moli $Cl_2$



$V = \nu \cdot 22,4$; $V_{Cl_2} = 7,5 \cdot 22,4 = 168$ L

**b)** $y = \frac{2 \cdot 5}{2} = 5$ moli $FeCl_3 \Rightarrow \nu_{FeCl_3} = 5$ moli

**c)** $z = 5$ moli $Fe(OH)_3$

$M_{Fe(OH)_3} = A_{Fe} + 3(A_O + A_H) = 56 + 3(16 + 1) = 107 \Rightarrow 1$ mol $Fe(OH)_3 = 107$ g

$m_{Fe(OH)_3} = 5 \cdot 107 = 535$ g

**d)** $t = 15$ moli NaCl

$M_{NaCl} = A_{Na} + A_{Cl} = 23 + 35,5 = 58,5$; 1 mol NaCl = 58,5 g

$m_{NaCl} = 58,5 \cdot 15 = 877,5$ g

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_d = 600$ g NaOH

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1$ mol NaOH = 40 g

$\nu_{NaOH} = \frac{600}{40} = 15$ moli

Teoretic $\nu_{FeCl_3} : \nu_{NaOH} = 1:3$

Practic $\nu_{FeCl_3} : \nu_{NaOH} = 5 : 15 \Rightarrow$ Nu există exces de reactant

$m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} = 1500 - 600 = 900$ g

$m_s = m_{NaCl} + m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} = 877,5 + 900 = 1777,5$ g

$c = \frac{877,5 \cdot 100}{1777,5} = 49,37\% \Rightarrow c = 49,37\%$

**13.** $\underset{160\text{ g}}{\overset{160\text{ g}}{Fe_2O_3}} + 3CO \longrightarrow \underset{2 \cdot 56\text{ g}}{\overset{x}{2Fe}} + 3CO_2$

**a)** $M_{Fe_2O_3} = 2A_{Fe} + 3A_O = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $Fe_2O_3 = 160$ g

$x = \frac{2 \cdot 56 \cdot 160}{160} = 112$ g $\Rightarrow m_{Fe} = 112$ g

**b)** 112 g Fe ..... 89,6 g Fe obținut

100 g ..... a

$a = \frac{100 \cdot 89,6}{112} = 80\% \Rightarrow$ randamentul reacției = 80%

**14.** $\underset{3\text{ moli}}{\overset{0,3\text{ moli}}{3Fe}} + 4\,H_2O(v) \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Fe_3O_4}} + \underset{4\text{ moli}}{\overset{y}{4H_2}}\uparrow$

$m_{Fe} = \frac{75}{100} \cdot 22,4 = 16,8$ g; $\nu_{Fe} = \frac{16,8}{56} = 0,3$ moli

$x = \frac{0,3 \cdot 1}{3} = 0,1$ moli $Fe_3O_4 \Rightarrow \nu_{Fe_3O_4} = 0,1$ moli

$M_{Fe_3O_4} = 3A_{Fe} + 4A_O = 3 \cdot 56 + 4 \cdot 16 = 232 \Rightarrow 1$ mol $Fe_3O_4 = 232$ g

$m_{Fe_3O_4} = 23,2$ g

$y = \frac{0,3 \cdot 4}{3} = 0,4$ moli $H_2 \Rightarrow \nu_{H_2} = 0,4$ moli

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1$ mol $H_2 = 2$ g

$m_{H_2} = 0,8$ g

**15.** $\underset{2 \cdot 122,5\ g}{2\,KClO_3} \xrightarrow{t^\circ C} 2\,KCl + \underset{3\ moli}{3\,O_2}\uparrow$

$\underset{2\ moli}{3\,Fe} + \underset{1,5\ moli}{2\,O_2} \longrightarrow \underset{1\ mol}{Fe_3O_4}$

$m_{KClO_3\ pur} = 175 \cdot \frac{70}{100} = 122,5$ g

$M_{KClO_3} = A_K + A_{Cl} + 3A_O = 39 + 35,5 + 3 \cdot 16 = 122,5$

$\Rightarrow 1$ mol $KClO_3 = 122,5$ g

$x = \frac{3 \cdot 122,5}{2 \cdot 122,5} = 1,5$ moli $O_2$; $y = \frac{1,5 \cdot 1}{2} = 0,75$ moli $Fe_3O_4$

$M_{Fe_3O_4} = 3A_{Fe} + 4A_O = 3 \cdot 56 + 4 \cdot 16 = 232 \Rightarrow 1$ mol $Fe_3O_4 = 232$ g

$m_{Fe_3O_4} = 0,75 \cdot 232 = 174$ g $\Rightarrow m_{Fe_3O_4} = 174$ g

**16.** $\underset{1\ moi}{Fe} + \underset{1\ mol}{CuSO_4} \longrightarrow \underset{1\ mol}{FeSO_4} + \underset{1\ mol}{Cu}\downarrow$

**a)** $x = \nu_{Fe\ reacționat}$

$y = \nu_{Cu\ depus}$

$\begin{cases} x = y \\ 25 - 56x + 64y = 27 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -56x + 64y = 2 \\ x = y \end{cases}$

$-56y + 64x = 2$; $8y = 2 \Rightarrow y = 0,25$ moli Cu

$m_{Cu} = 0,25 \cdot 64 = 16$ g $\Rightarrow m_{Cu\ depus} = 16$ g

**b)** $x = 0,25$ moli Fe reacționat

$m_{Fe} = 0,25 \cdot 56 = 14$ g $\Rightarrow m_{Fe} = 14$ g

**c)** $z = 0,25$ moli $FeSO_4$

$M_{FeSO_4} = A_{Fe} + A_S + 4A_O = 56 + 32 + 16 \cdot 4 = 152 \Rightarrow 1$ mol $FeSO_4 = 152$ g

$m_{FeSO_4} = 38$ g

$t = 0,25$ moli $CuSO_4$ reacționat

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 = 160$ g

$m_{CuSO_4\ reactionat} = 40$ g

$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100 \Rightarrow m_{d\ CuSO_4} = \frac{200 \cdot 20}{100} = 40$ g $\Rightarrow m_{d\ CuSO_4\ exces} = 0$ g



$m_{s\ final} = m_{FeSO_4} + m_{H_2O\ din\ sol.\ CuSO_4} = 198$ g

$c = \frac{38 \cdot 100}{198} = 19,19\ \% \Rightarrow c = 19,19\%$

**17.** $\underset{1\ mol}{Fe} + \underset{1\ mol}{H_2SO_4} \longrightarrow \underset{1\ mol}{FeSO_4} + \underset{1\ mol}{H_2}\uparrow$

$\underset{1\ mol}{FeSO_4} + \underset{1\ mol}{BaCl_2} \longrightarrow \underset{1\ mol}{BaSO_4}\downarrow + \underset{1\ mol}{FeCl_2}$

**a)** $M_{BaSO_4} = A_{Ba} + A_S + 4A_O = 137 + 32 + 4 \cdot 16 = 233 \Rightarrow 1$ mol $BaSO_4 = 233$ g

$\nu_{BaSO_4} = \frac{13,98}{233} = 0,06$ moli

$x = 0,06$ moli $FeSO_4$; $y = 0,06$ moli Fe

$m_{Fe} = 0,06 \cdot 56 = 3,36$ g

$m_{probă} = \frac{100 \cdot 3,36}{60} = 5,6$ g $\Rightarrow m_{probă} = 5,6$ g

**b)** $z = 0,06$ moli $H_2$; $\nu_{H_2} = 0,06 \cdot 22,4 = 1,344$ L $\Rightarrow \nu_{H_2} = 1,344$ L

**c)** $t = 0,06$ moli $BaCl_2$

$M_{BaCl_2} = A_{Ba} + 2A_{Cl} = 137 + 2 \cdot 35,5 = 208 \Rightarrow 1$ mol $BaCl_2 = 208$ g

$m_{BaCl_2} = 0,06 \cdot 208 = 12,48$ g ($m_d$)

$20 = \frac{12,48 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 62,4$ g sol. $BaCl_2$ 20%

**d)** $m_{s\ final} = m_{FeCl_2} + m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} + m_{H_2O\ din\ sol.\ BaCl_2}$

$a = 0,06$ moli $FeCl_2$

$m_{FeCl_2} = A_{Fe} + 2A_{Cl} = 56 + 2 \cdot 35,5 = 127 \Rightarrow 1$ mol $FeCl_2 = 127$ g

$m_{FeCl_2} = 0,06 \cdot 127 = 7,62$ g ($m_d$)

$b = 0,06$ moli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$m_{H_2SO_4} = 0,06 \cdot 98 = 5,88$ g ($m_d$)

$m_{s\ H_2SO_4} = \frac{5,88 \cdot 100}{20} = 29,4$ g; $m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 29,4 - 5,88 = 23,52$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ BaCl_2} = 62,4 - 12,48 = 49,92$ g

$m_{s\ final} = 7,62 + 23,52 + 49,92 = 81,06$; $c = \frac{7,62 \cdot 100}{81,06} = 9,4\%$

$c = 9,4\%$

**18.** $m_{Fe_3O_4} = \frac{70}{100} \cdot 1000 = 700$ g

$M_{Fe_3O_4} = 3A_{Fe} + 4A_O = 3 \cdot 56 + 4 \cdot 16 = 232 \Rightarrow 1 \text{ mol } Fe_3O_4 = 232 \text{ g}$

232 g $Fe_3O_4$ ..... 168 g Fe

700 g $Fe_3O_4$ ..... x

x = 506,9 g Fe; $m_{fontă} = 520$ g

**19.** $\underset{72\text{ kg}}{\overset{3120\text{ kg}}{FeO}} + \underset{60\text{ kg}}{\overset{x}{SiO_2}} \longrightarrow FeSiO_3$

$m_{FeO} = 12000 \cdot \frac{26}{100} = 3120 \text{ kg}$

$M_{FeO} = A_{Fe} + A_O = 56 + 16 = 72 \Rightarrow 1 \text{ kmol FeO} = 72 \text{ kg}$

$M_{SiO_2} = A_{Si} + 2A_O = 28 + 2 \cdot 16 = 60 \Rightarrow 1 \text{ kmol } SiO_2 = 60 \text{ kg}$

$x = 2600 \text{ kg } SiO_2 \Rightarrow m_{SiO_2} = 2600 \text{ kg}$

**20.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{2\text{ moli}}{Fe}} + 2\underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{HCl}} \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{FeCl_2}} + H_2\uparrow$

**a)** $m_{Fe\,pur} = \frac{80}{100} \cdot 140 = 112 \text{ g}$

$\nu_{Fe} = \frac{112}{56} = 2 \text{ moli}$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_d = \frac{25}{100} \cdot 1168 = 292 \text{ g HCl}$

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1 \text{ mol HCl} = 36,5 \text{ g}$

$\nu_{HCl} = \frac{292}{36,5} = 8 \text{ moli}$

Teoretic $\nu_{Fe} : \nu_{HCl} = 1 : 2$

Practic $\nu_{Fe} : \nu_{HCl} = 2 : 8 = 1 : 4$ HCl este în exces

x = 4 moli HCl reacționat; $\nu_{HCl\ exces} = 4$ moli

$m_{HCl\ exces} = 146$ g

**b)** y = 2 moli $FeCl_2$

$M_{FeCl_2} = A_{Fe} + 2A_{Cl} = 56 + 2 \cdot 35,5 = 127 \Rightarrow 1 \text{ mol } FeCl_2 = 127 \text{ g}$

$m_{FeCl_2} = 127 \cdot 2 = 254 \text{ g}$

$m_{s\ final} = m_{FeCl_2} + m_{H_2O\ din\ sol.HCl} + m_{HCl\ exces} = 254 + (1168 - 292) + 146 = 1276 \text{ g}$

1276 g soluție ..... 254 g $FeCl_2$

100 g soluție ..... p

$\Rightarrow p = \frac{254 \cdot 100}{1276} = 19,91\%\ FeCl_2$

**21.** $\underset{56\text{ g}}{\overset{9,4\text{ g}}{Fe}} + 2\underset{2 \cdot 36,5\text{ g}}{\overset{x}{HCl}} \longrightarrow \underset{127\text{ g}}{\overset{z}{FeCl_2}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{H_2}}\uparrow$



**a)** $m_{Fe} = \frac{94}{100} \cdot 10 = 9,4 \text{ g}$

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1 \text{ mol HCl} = 36,5 \text{ g}$

$x = \frac{2 \cdot 36,5 \cdot 9,4}{56} = 12,25 \text{ g HCl } (m_d)$

$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100$; $10 = \frac{12,25}{m_s} \cdot 100 \Rightarrow m_s = 122,5$ g sol. HCl 10%

$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{m_s}{\rho_s} \Rightarrow V_s = \frac{122,5}{1,05} = 116,7 \text{ cm}^3$; $V_s = 116,7 \text{ cm}^3$ sol. HCl 10%

**b)** $y = \frac{9,4}{56} = 0,168$ moli $H_2$

$V_{H_2} = \nu \cdot 22,4 \Rightarrow V_{H_2} = 3,76$ L

**c)** $M_{FeCl_2} = A_{Fe} + 2A_{Cl} = 56 + 2 \cdot 35,5 = 127 \Rightarrow 1 \text{ mol } FeCl_2 = 127 \text{ g}$

$z = \frac{127 \cdot 9,4}{56} = 21,32 \text{ g } FeCl_2$

$m_{s\ final} = m_{Fe} + m_{s\ HCl} - m_{H_2} = 9,4 + 122,5 - 0,33 = 131,57 \text{ g}$

(conform legii conservării masei)

sau $m_{s\ final} = m_{FeCl_2} + m_{H_2O\ din\ sol.HCl}$

$m_{H_2O} = 122,5 - 12,25 = 110,25 \text{ g}$

$m_{s\ final} = 21,32 + 110,25 = 131,57 \text{ g}$

$c = \frac{21,32 \cdot 100}{131,57} \Rightarrow c = 16,20\%\ FeCl_2$

**d)** $FeCl_2 + Zn \longrightarrow ZnCl_2 + Fe\downarrow$

**22.** 1) $H_2SO_4 + Fe \longrightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$

2) $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

3) $2H_2O + 2Na \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$

4) $H_2 + CuO \longrightarrow Cu + H_2O$

5) $Cu + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

6) $3\,H_2SO_4 + 2Al \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$

7) $Al_2(SO_4)_3 + 3BaCl_2 \longrightarrow 3BaSO_4\downarrow + 2AlCl_3$

8) $AlCl_3 + 3AgNO_3 \longrightarrow 3AgCl\downarrow + Al(NO_3)_3$

a = $H_2SO_4$; b = $H_2$; d = $Na_2SO_4$; e = $H_2O$;

f = Cu; g = $CuSO_4$; h = $SO_2$; i= $Al_2(SO_4)_3$;

j= $BaSO_4$; k = $AlCl_3$; l = AgCl; m = $Al(NO_3)_3$

**d)** 2 - reacție de neutralizare

3 - obținerea $H_2$

7 - recunoaşterea ionului sulfat cu ajutorul soluţiei de $BaCl_2$

8 - recunoaşterea ionului clorură cu ajutorul soluţiei de $AgNO_3$

**e)** $\overset{3,2\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{H_2SO_4}} + Fe \longrightarrow \overset{y}{\underset{1\text{ mol}}{FeSO_4}} + \overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{H_2}}\uparrow$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_d = \frac{49}{100} \cdot 640 = 313,6$ g $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$\nu_{H_2SO_4} = \frac{313,6}{98} = 3,2$ moli

$m_{Fe} = 252$ g; $\nu_{Fe} = \frac{252}{56} = 4,5$ moli

Teoretic $\nu_{H_2SO_4} : \nu_{Fe} = 1:1$

Practic $\nu_{H_2SO_4} : \nu_{Fe} = 3,2:4,5 \Rightarrow$ Fe în exces; $\nu_{Fe\ exces} = 4,5 - 3,2 = 1,3$ moli

$m_{Fe\ exces} = 72,8$ g

$x = 3,2$ moli $H_2$; $V_{H_2} = 3,2 \cdot 22,4 = 71,68$ L $\Rightarrow V_{H_2} = 71,68$ L

$y = 3,2$ moli $FeSO_4$

$M_{FeSO_4} = A_{Fe} + A_S + 4A_O = 56 + 32 + 4 \cdot 16 = 152 \Rightarrow 1$ mol $FeSO_4 = 152$ g

$m_{FeSO_4} = 152 \cdot 3,2 = 486,4$ g ($m_d$)

$m_s = m_d + m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 486,4 + (640 - 313,6) = 812,8$ g

$c = \frac{486,4 \cdot 100}{812,8} = 59,84\% \Rightarrow c = 59,84\%$

**23.** $\overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{Fe}} + CuSO_4 \longrightarrow \overset{z}{\underset{1\text{ mol}}{FeSO_4}} + \overset{y}{\underset{1\text{ mol}}{Cu}}\downarrow$

**a)** $x = \nu_{Fe\ reacţionat}$; m = masa iniţială a plăcuţei

$y = \nu_{Cu\ depus}$

$\begin{cases} x = y \\ m - 56x + 64y = m + 2 \end{cases} \quad \begin{cases} x = y \\ -56x + 64y = 2 \end{cases}$

$\Rightarrow 8y = 2 \Rightarrow y = 0,25$ moli Cu

$m_{Cu} = 0,25 \cdot 64 = 16$ g $\Rightarrow m_{Cu} = 16$ g

**b)** $m_{Fe} = 0,25 \cdot 56 = 14$ g; $m_{Fe} = 14$ g

**c)** $c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_d = 50$ g $CuSO_4$; $\nu_{CuSO_4} = \frac{50}{160} = 0,3125$ moli $CuSO_4$

Teoretic $\nu_{Fe} : \nu_{CuSO_4} = 1:1$

Practic $\nu_{Fe} : \nu_{CuSO_4} = 0,25:0,3125 \Rightarrow CuSO_4$ în exces

$\nu_{CuSO_4\ exces} = 0,0625$ moli

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 = 160$ g



$m_{CuSO_4\ exces} = 0,0625 \cdot 160 = 10$ g

$z = 0,25$ moli $FeSO_4$

$M_{FeSO_4} = A_{Fe} + A_S + 4A_O = 56 + 32 + 4 \cdot 16 = 152 \Rightarrow 1$ mol $FeSO_4 = 152$ g

$m_{FeSO_4} = 0,25 \cdot 152 = 38$ g

$m_{s\ final} = m_{FeSO_4} + m_{CuSO_4\ exces} + m_{H_2O\ din\ sol.\ CuSO_4} = 38 + 10 + (200 - 50) = 198$ g

198 g soluţie ..... 38 g $FeSO_4$ ..... 10 g $CuSO_4$ ..... 150 g $H_2O$

100 g soluţie ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = 19,2\%$ $FeSO_4$; $p_2 = 5,05\%$ $CuSO_4$; $p_3 = 75,75\%$ $H_2O$

**24.** $\overset{1\text{ kmol}}{\underset{4\text{ kmol}}{4\,FeS_2}} + \overset{x}{\underset{11\text{ kmoli}}{11\,O_2}} \longrightarrow 2\,Fe_2O_3 + \overset{y}{\underset{8\text{ kmoli}}{8\,SO_2}}$

$M_{FeS_2} = A_{Fe} + 2A_S = 56 + 32 \cdot 2 = 120 \Rightarrow 1$ kmol $FeS_2 = 120$ kg

$\nu_{FeS_2} = 1$ kmol; $V_{O_2} = \frac{20}{100} \cdot 672 = 134,4$ m$^3$

$\nu_{O_2} = \frac{134,4}{22,4} = 6$ kmoli

Teoretic $\nu_{FeS_2} : \nu_{O_2} = 4:11$

Practic $\nu_{FeS_2} : \nu_{O_2} = 1:6 \Rightarrow O_2$ este în exces

$x = 2,75$ kmoli $O_2$ reacţionat; $\nu_{O_2\ exces} = 3,25$ kmoli; $V_{O_2\ exces} = 72,8$ m$^3$

$y = 2$ kmoli; $V_{SO_2} = 44,8$ m$^3$

$V_{N_2\ din\ aer} = 672 - 134,4 = 537,6$ m$^3$

$V_{gaze} = V_{O_2\ exces} + V_{SO_2} + V_{N_2} = 72,8 + 44,8 + 537,6 = 655,2$ m$^3$

655,2 m$^3$ gaze ..... 44,8 m$^3$ $SO_2$

100 m$^3$ gaze ..... p $\Rightarrow p = 6,84\%$ $SO_2$

**25.** $\overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{Fe}} + \overset{1\text{ mol}}{\underset{1\text{ mol}}{CuSO_4}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{1\text{ mol}}{FeSO_4}} + \overset{y}{\underset{1\text{ mol}}{Cu}}\downarrow$

$\nu_{Fe} = \frac{100}{56} = 1,79$ moli; $m_{d\ CuSO_4} = \frac{40}{100} \cdot 400 = 160$ g

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 = 160$ g

$\nu_{CuSO_4} = 1$ mol

Teoretic $\nu_{Fe} : \nu_{CuSO_4} = 1:1$

Practic $\nu_{Fe} : \nu_{CuSO_4} = 1,79:1 \Rightarrow$ Fe în exces

$x = 1$ mol Fe reacţionat; $m_{Fe} = 56$ g

$y = 1$ mol Cu depus; $m_{Cu} = 64$ g

$m_{plăcuţă} = 100 - 56 + 64 = 108$ g $\Rightarrow m_{plăcuţă} = 108$ g

$z = 1$ mol $FeSO_4$

$M_{FeSO_4} = A_{Fe} + A_S + 4A_O = 56 + 32 + 4 \cdot 16 = 152 \Rightarrow 1 \text{ mol } FeSO_4 = 152 \text{ g}$

$m_{FeSO_4} = 152 \text{ g}$

$m_s = m_{FeSO_4} + m_{H_2O \text{ din sol. } CuSO_4} = 152 + (400 - 160) = 392 \text{ g}$

$c = \frac{152 \cdot 100}{392} \Rightarrow c = 38{,}78\%$

**26. a)** $m_{FeO} : m_{Fe_2O_3} = 2 : 3$; 2x g FeO; 3x g $Fe_2O_3$

$M_{FeO} = A_{Fe} + A_O = 56 + 16 = 72$; 1 mol FeO = 72 g

72 g FeO ..... 56 g Fe

2x g FeO ..... a g Fe

$\Rightarrow a = \frac{56 \cdot 2x}{72} = 1{,}56x \text{ g Fe}$

$M_{Fe_2O_3} = 2A_{Fe} + 3A_O = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1 \text{ mol } Fe_2O_3 = 160 \text{ g}$

160 g $Fe_2O_3$ ..... 112 g Fe

3x g $Fe_2O_3$ ..... b g Fe $\Rightarrow b = 2{,}1x \text{ g Fe}$

$m_{Fe} = 1{,}56x + 2{,}1x = 3{,}66x$ g

100 g amestec ..... p

5x g amestec ..... 3,66x g Fe $\Rightarrow p = 73{,}2\%$ Fe

**b)** 2x moli FeO; 3x moli $Fe_2O_3$; $m_{amestec} = 2x \cdot 72 + 3x \cdot 160 = 624x$ g

624x g amestec ..... 56 · 8x g Fe

100x g amestec ..... p $\Rightarrow p = 71{,}79\%$ Fe

**27.** x moli FeO; y moli $Fe_2O_3$

$M_{FeO} = 72$; 1 mol FeO = 72 g

$M_{Fe_2O_3} = 160 \Rightarrow 1 \text{ mol } Fe_2O_3 = 160 \text{ g}$

100 g amestec ..... 75 g Fe

(72x + 160y) g amestec ..... 56(x + 2y)g Fe

75(72x + 160y) = 5600(x + 2y)

$800y = 200x \quad \Rightarrow \quad 4y = x \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{4}{1} \Rightarrow \frac{\nu_{FeO}}{\nu_{Fe_2O_3}} = \frac{4}{1}$

$m_{FeO} = 72x$

$m_{Fe_2O_3} = 160y \Rightarrow \frac{m_{FeO}}{m_{Fe_2O_3}} = \frac{72x}{160y} = \frac{72 \cdot 4}{160} = \frac{9}{5} = 1{,}8 \Rightarrow \frac{m_{FeO}}{m_{Fe_2O_3}} = 1{,}8$



## 5.3. Cuprul (arama)

**1. a)** F; Cuprul este un metal situat în grupa IB a sistemului periodic.
**b)** F; Cuprul nu reacționează în condiții obișnuite cu acidul clorhidric.
**c)** F; Cuprul reacționează cu acidul sulfuric concentrat cu degajare de dioxid de sulf.
**d)** F; Cuprul intră în compoziția aliajului numit alamă.
**e)** F; Ferul reacționează cu sulfatul de cupru.

**2.** Cuprul este un metal răspândit în natură rar sub formă liberă, dar cel mai adesea se găsește sub formă de combinații: sulfuri (calcozină și covelină) și carbonați (malachit). Cuprul se obține prin reducere cu hidrogen sau carbon a oxidului de cupru de culoare neagră sau prin reacția ferului cu sulfatul de cupru. Cu unele metale formează aliaje: cu zincul formează aliajul numit alamă, cu staniul, bronzul, iar cu nichelul, aliajul numit constantan. Cuprul este maleabil, putând fi tras în foițe subțiri, și ductil, fiind tras în fire subțiri.

**3.** Cuprul este un metal cu duritate mică, bun conducător de căldură și electricitate. Nu are proprietăți magnetice. Reacționează cu acidul sulfuric concentrat și cu acidul azotic concentrat. Formează aliaje cu unele metale. Este un metal nerezistent la coroziune și prezintă valență variabilă.

**4.** 1 a); 2 c); 3 b); 4 e); 5 d).

**5.** $M_{Cu_2O} = 2A_{Cu} + A_O = 2 \cdot 64 + 16 = 144 \Rightarrow 1 \text{ mol } Cu_2O = 144 \text{ g}$

144 g $Cu_2O$ ..... 2 · 64 g Cu

100 g $Cu_2O$ ..... x

$\Rightarrow x = \frac{2 \cdot 64 \cdot 100}{144} = 88{,}89\%$ Cu $\Rightarrow$ %Cu = 88,89; $\overset{I}{Cu_2}O$

$M_{CuFeS_2} = A_{Cu} + A_{Fe} + 2A_S = 64 + 56 + 2 \cdot 32 = 184 \Rightarrow 1 \text{ mol } CuFeS_2 = 184 \text{ g}$

184 g $CuFeS_2$ ..... 64 g Cu

100 g $CuFeS_2$ ..... y

$\Rightarrow y = \frac{64 \cdot 100}{184} = 34{,}78\%$ Cu $\Rightarrow$ %Cu = 34,78; $\overset{II}{Cu}FeS_2$

$M_{Cu_2S} = 2A_{Cu} + A_S = 64 \cdot 2 + 32 = 160 \Rightarrow 1 \text{ mol } Cu_2S = 160 \text{ g}$

160 g $Cu_2S$ ..... 2 · 64 g Cu

100 g $Cu_2S$ ..... z

$\Rightarrow z = \frac{2 \cdot 64 \cdot 100}{160} = 80\%$ Cu $\Rightarrow$ %Cu = 80; $\overset{I}{Cu_2}S$

$M_{CuS} = A_{Cu} + A_S = 64 + 32 = 96 \Rightarrow 1 \text{ mol } CuS = 96 \text{ g}$

96 g CuS ..... 64 g Cu

100 CuS ..... t

$\Rightarrow t = \frac{64 \cdot 100}{96} = 66,67\%$ Cu $\Rightarrow$ %Cu = 66,67; $\overset{II}{CuS}$

$M_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} = M_{CuCO_3} + M_{Cu(OH)_2}$

$M_{CuCO_3} = A_{Cu} + A_C + 3A_O = 64 + 12 + 3 \cdot 16 = 124$

$M_{Cu(OH)_2} = A_{Cu} + 2(A_O + A_H) = 64 + 2(16 + 1) = 98$

$M_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} = 124 + 98 = 222 \Rightarrow 1$ mol $CO_3 \cdot Cu(OH)_2 = 222$ g

222 g $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ ..... 2 · 64 g Cu

100 g $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ ..... v

$\Rightarrow v = \frac{2 \cdot 64 \cdot 100}{222} = 57,66\%$ Cu $\Rightarrow$ %Cu = 57,66; $\overset{II}{CuCO_3} \cdot \overset{II}{Cu}(OH)_2$

**6.** $\underset{2 \cdot 64}{\overset{12,8\ g}{2\,Cu}} + O_2 \longrightarrow \underset{2 \cdot 80\ g}{\overset{x}{2\,CuO}}$

$m_{Cu\ pur} = 16 \cdot \frac{80}{100} = 12,8$ g

$M_{CuO} = A_{Cu} + A_O = 64 + 16 = 80 \Rightarrow 1$ mol CuO = 80 g

$x = \frac{2 \cdot 80 \cdot 12,8}{2 \cdot 64} = 16$ g $\Rightarrow m_{CuO} = 16$ g

**7.** $CuCO_3 \xrightarrow{t^oC} CuO + CO_2 \uparrow$

$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$

$m_{CuCO_3\ pur} = \frac{80}{100} \cdot 310 = 248$ g

$M_{CuCO_3} = A_{Cu} + A_C + 3A_O = 64 + 12 + 3 \cdot 16 = 124 \Rightarrow 1$ mol $CuCO_3 = 124$ g

$\nu_{CuCO_3} = \frac{m}{M} = \frac{248}{124} = 2$ moli

1 mol $CuCO_3$ ..... 1 mol CuO ..... 1 mol Cu

2 moli $CuCO_3$ ..... x

$\Rightarrow x = 2$ moli Cu; $m_{Cu} = 2 \cdot 64 = 128$ g $\Rightarrow m_{Cu} = 128$ g

**8. a)** $\underset{56\ g}{\overset{5,6\ g}{Fe}} + \underset{160\ g}{\overset{y}{CuSO_4}} \longrightarrow FeSO_4 + \underset{64\ g}{\overset{x}{Cu}} \downarrow$

$m_{Fe\ pur} = \frac{80}{100} \cdot 7 = 5,6$ g

$x = \frac{64 \cdot 5,6}{56} = 6,4$ g Cu; $m_{Cu} = 6,4$ g

**b)** $M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 = 160$ g

$y = \frac{160 \cdot 5,6}{56} = 16$ g ($m_d$)



$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $20 = \frac{16 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 80$ g sol. $CuSO_4$ 20%

**9. a)** $\underset{1\ kmol}{\overset{y}{Cu_2S}} + 2\,O_2 \longrightarrow 2\,\underset{1\ kmol}{\overset{1\ kmol}{CuO}} + SO_2 \uparrow$

$\underset{1\ kmol}{\overset{x}{CuO}} + C \longrightarrow \underset{1\ kmol}{\overset{1\ kmol}{Cu}} + CO$

**b)** $\nu_{Cu} = \frac{64}{64} = 1$ kmol

x = 1 kmol CuO; y = 0,5 kmoli $Cu_2S$

$M_{Cu_2S} = 2A_{Cu} + A_S = 2 \cdot 64 + 32 = 160 \Rightarrow 1$ kmol $Cu_2S = 160$ kg

$m_{Cu_2S} = \nu \cdot M = 0,5 \cdot 160 = 80$ kg $\Rightarrow m_{Cu_2S} = 80$ kg

**10.** $CuO + \underset{1\ mol}{\overset{0,4\ moli}{H_2}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{x}{Cu}} + H_2O$

$2\,\underset{2\ moli}{\overset{0,08\ moli}{Cu}} + \underset{1\ mol}{\overset{y}{O_2}} \longrightarrow 2\,CuO$

$\underset{1\ mol}{\overset{0,08\ moli}{Cu}} + \underset{1\ mol}{\overset{z}{Cl_2}} \longrightarrow CuCl_2$

$\underset{1\ mol}{\overset{0,08\ moli}{Cu}} + \underset{1\ mol}{\overset{t}{S}} \longrightarrow CuS$

$\underset{1\ mol}{\overset{0,16\ moli}{Cu}} + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{v}{CuSO_4}} + SO_2 \uparrow + 2\,H_2O$

x = 0,4 moli Cu

Pentru fiecare din primele trei reacții:

$\nu_{Cu} = \frac{20}{100} \cdot 0,4 = 0,08$ moli

Pentru ultima reacție: 0,16 moli Cu

**a)** y = 0,04 moli $O_2$; nr molecule $O_2 = 0,04 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 2,4092 \cdot 10^{22}$

**b)** z = 0,08 moli $Cl_2$

**c)** t = 0,08 moli S; $\Rightarrow m_S = 0,08 \cdot 32 = 2,56$ g $\Rightarrow m_S = 2,56$ g

**d)** v = 0,16 moli $CuSO_4$

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 = 160$ g

$m_{Cu\ SO_4} = 0,16 \cdot 160 = 25,6$ g $\Rightarrow m_{CuSO_4} = 25,6$ g

**11.** $Cu + 2\,\underset{2 \cdot 170\ g}{\overset{17\ g}{AgNO_3}} \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2\,\underset{2 \cdot 108\ g}{\overset{x}{Ag}} \downarrow$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_d = 17$ g $AgNO_3$

$M_{AgNO_3} = A_{Ag} + A_N + 3A_O = 108 + 14 + 3 \cdot 16 = 170 \Rightarrow 1 \text{ mol } AgNO_3 = 170 \text{ g}$

$x = \dfrac{2 \cdot 108 \cdot 17}{2 \cdot 170} = 10{,}8 \text{ g Ag} \Rightarrow m_{Ag} = 10{,}8 \text{ g}$

$\nu_{Ag} = \dfrac{10{,}8}{108} = 0{,}1 \text{ moli}$

nr. atomi Ag = $6{,}023 \cdot 10^{22}$

**12.** $Cu + Cl_2 \longrightarrow CuCl_2$

$2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO$

$CuO + 2HCl \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$

$Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ C} CuO + H_2O$

$CuSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

$Cu + HCl \longrightarrow$ nu reacționează

$Cu + H_2SO_4$ diluat $\longrightarrow$ nu reacționează

a = $Cl_2$; b = $O_2$; d = HCl; e = $Cu(OH)_2$;

f = $CuSO_4$; g = $SO_2$; h = $Cu(NO_3)_2$; i = NO;

**13.** $\underset{64\text{ g}}{\overset{x}{Cu}} + 2\underset{2\cdot 170\text{ g}}{\overset{y}{AgNO_3}} \longrightarrow \underset{188\text{ g}}{\overset{z}{Cu(NO_3)_2}} + 2\underset{2\cdot 108\text{ g}}{\overset{54\text{ g}}{Ag}}\downarrow$

**a)** $x = \dfrac{64 \cdot 54}{2 \cdot 108} = 16 \text{ g Cu}$

$p = \dfrac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100$; $80 = \dfrac{16 \cdot 100}{m_{impură}} \Rightarrow m_{Cu\ impur} = 20 \text{ g}$

**b)** $M_{AgNO_3} = A_{Ag} + A_N + 3A_O = 108 + 14 + 3 \cdot 16 = 170$

$\Rightarrow 1 \text{ mol } AgNO_3 = 170 \text{ g}$

$y = \dfrac{2 \cdot 170 \cdot 54}{2 \cdot 108} = 85 \text{ g } AgNO_3$

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 340 \text{ g sol. } AgNO_3\ 25\%$

**c)** $M_{Cu(NO_3)_2} = A_{Cu} + 2A_N + 6A_O = 188 \Rightarrow 1 \text{ mol } Cu(NO_3)_2 = 188 \text{ g}$

$z = 47 \text{ g } Cu(NO_3)_2$

$m_{s\ final} = m_{Cu(NO_3)_2} + m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3} = 47 + (340 - 85) = 47 + 255 = 302 \text{ g}$

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $c = \dfrac{47 \cdot 100}{302} = 15{,}56\% \Rightarrow c = 15{,}56\%$



**14.** $Cu + HCl \longrightarrow$ nu reacționează

$\underset{65\text{ g}}{\overset{x}{Zn}} + 2\underset{2\cdot 36{,}5\text{ g}}{\overset{73\text{ g}}{HCl}} \longrightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_d = \dfrac{36{,}5}{100} \cdot 200 = 73 \text{ g}$

$x = \dfrac{65 \cdot 73}{2 \cdot 36{,}5} = 65 \text{ g Zn}$

$m_{Cu} = 100 - 65 = 35 \text{ g Cu}$; $m_{Zn} = 65 \text{ g}$; $m_{Cu} = 35 \text{ g}$

**15.** $\underset{64\text{ g}}{\overset{z}{Cu}} + 2\underset{2\cdot 98\text{ g}}{\overset{29{,}4\text{ g}}{H_2SO_4}} \longrightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

$\underset{65\text{ g}}{\overset{x}{Zn}} + \underset{98\text{ g}}{\overset{y}{H_2SO_4}} \longrightarrow ZnSO_4 + \underset{1\text{ mol}}{\overset{0{,}2\text{ moli}}{H_2}}\uparrow$

$\nu_{H_2} = \dfrac{V}{22{,}4} = \dfrac{4{,}48}{22{,}4} = 0{,}2 \text{ moli}$

$x = 65 \cdot 0{,}2 = 13 \text{ g Zn}$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \text{ g}$

$y = 98 \cdot 0{,}2 = 19{,}6 \text{ g } H_2SO_4$ reacționat

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_d = 49 \text{ g } H_2SO_4$

$m_{H_2SO_4\ in\ reactie\ cu\ Cu} = 49 - 19{,}6 = 29{,}4 \text{ g}$

$z = \dfrac{64 \cdot 29{,}4}{2 \cdot 98} = 9{,}6 \text{ g Cu}$

$m_{aliaj} = m_{Zn} + m_{Cu} = 13 + 9{,}6 = 22{,}6 \text{ g} \Rightarrow m_{aliaj} = 22{,}6 \text{ g}$

**16.** $\underset{56\text{ g}}{\overset{33{,}6\text{ g}}{Fe}} + CuSO_4 \longrightarrow FeSO_4 + \underset{64\text{ g}}{\overset{x}{Cu}}\downarrow$

$\underset{1\text{ mol}}{\overset{0{,}3\text{ moli}}{Cu}} + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{SO_2}}\uparrow + 2H_2O$

$3\underset{3\text{ moli}}{\overset{0{,}3\text{ moli}}{Cu}} + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2\underset{2\text{ moli}}{\overset{z}{NO}}\uparrow + 4H_2O$

$x = \dfrac{64 \cdot 33{,}6}{56} = 38{,}4 \text{ g Cu}$

$m_{Cu\ pentru\ fiecare\ reacție} = 19{,}2 \text{ g}$; $\nu_{Cu} = \dfrac{19{,}2}{64} = 0{,}3 \text{ moli}$

$y = 0{,}3 \text{ moli } SO_2$; $z = 0{,}2 \text{ moli NO}$

$\nu_{gaze} = 0{,}3 + 0{,}2 = 0{,}5 \text{ moli}$

$V_{gaze} = 0{,}5 \cdot 22{,}4 = 11{,}2 \text{ L} \Rightarrow V_{gaze} = 11{,}2 \text{ L}$

**17.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Zn}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{CuSO_4}} \longrightarrow ZnSO_4 + \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{Cu}}\downarrow$

$x = \nu_{Zn\ reacționat}$; $y = \nu_{Cu\ depus}$

$\begin{cases} m - 65x + 64y = m - 0,2 \\ x = y \end{cases} \Rightarrow x = 0,2$ moli Zn

$z = 0,2$ moli $CuSO_4$

$M_{CuSO_4} = 160$ g/mol

$m_{CuSO_4} = 0,2 \cdot 160 = 32$ g

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = \frac{32 \cdot 100}{25} = 128$ g $\Rightarrow m_s = 128$ g sol. $CuSO_4$ 25%

**18.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,25\text{ moli}}{CuSO_4}} + 2\underset{2\text{ moli}}{\overset{v}{NaOH}} \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Cu(OH)_2}}\downarrow + Na_2SO_4$

$\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,25\text{ moli}}{Cu(OH)_2}} \xrightarrow{t^\circ C} \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{CuO}} + H_2O$

$2\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,25\text{ moli}}{CuO}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{C}} \longrightarrow 2\underset{2\text{ moli}}{\overset{t}{Cu}} + CO_2$

**a)** $c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_d = \frac{20}{100} \cdot 200 = 40$ g $CuSO_4$

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 = 160$ g

$\nu_{CuSO_4} = \frac{40}{160} = 0,25$ moli

$x = 0,25$ moli $Cu(OH)_2$; $y = 0,25$ moli $CuO$; $z = 0,125$ moli C

$m_C = 0,125 \cdot 12 = 1,5$ g

100 g cărbune ..... 80 g C

m ..... 1,5 g C $\Rightarrow m = 1,875$ g cărbune

**b)** $t = 0,25$ moli Cu

**c)** $v = 0,5$ moli NaOH

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1$ mol NaOH = 40 g

$m_{NaOH} = 20$ g ($m_d$)

$40 = \frac{20 \cdot 100}{m_s}$; $m_s = 50$ g NaOH

$\rho = \frac{m_s}{V_s}$; $V_s = \frac{50}{1,437} \Rightarrow V_s = 34,8$ cm$^3$ sol. NaOH 40%

**19.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Cu}} + 2\underset{2\text{ moli}}{\overset{a}{H_2SO_4}} \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{CuSO_4}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{SO_2}}\uparrow + \underset{2\text{ moli}}{\overset{t}{2H_2O}}$

$\underset{1\text{ mol}}{\overset{4x}{Mg}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{b}{H_2SO_4}} \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{u}{MgSO_4}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{v}{H_2}}\uparrow$



$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_d = \frac{98}{100} \cdot 60 = 58,8$ g $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$\nu = \frac{m}{M}$; $\nu_{H_2SO_4} = \frac{58,8}{98} = 0,6$ moli

$a = 2x$ moli $H_2SO_4$; $b = 4x$ moli $H_2SO_4$

$6x = 0,6 \Rightarrow x = 0,1$ moli

0,4 moli Mg; 0,1 moli Cu

$y = 0,1$ moli $CuSO_4$; $z = 0,1$ moli $SO_2$; $t = 0,2$ moli $H_2O$

$u = 0,4$ moli $MgSO_4$; $v = 0,4$ moli $H_2$

$m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 60 - 58,8 = 1,2$ g

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$\nu_{H_2O\ total} = 0,067 + 0,2 = 0,267$ moli

$\nu_{CuSO_4} : \nu_{SO_2} : \nu_{H_2O} : \nu_{MgSO_4} : \nu_{H_2} = 0,1 : 0,1 : 0,267 : 0,4 : 0,4 = 1 : 1 : 2,67 : 4 : 4$

**20. a)** $M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160$; 1 mol $CuSO_4 = 160$ g

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O = 18$ g

$M_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = 160 + 5 \cdot 18 = 250 \Rightarrow 1$ mol $CuSO_4 \cdot 5H_2O = 250$ g

250 g $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$ ..... 160 g $CuSO_4$

50 g $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$ ..... x

$\Rightarrow x = 32$ g $CuSO_4$ ($m_d$)

$m_s = 50 + 110 = 160$ g

$c = \frac{32 \cdot 100}{160} = 20\%$; $c = 20\%$

**b)** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{0,2\text{ moli}}{CuSO_4}} + 2\,NaOH \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{Cu(OH)_2}}\downarrow + \underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Na_2SO_4}}$

$m_d = \frac{40}{100} \cdot 40 = 16$ g NaOH

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1$ mol NaOH = 40 g

$\nu_{NaOH} = \frac{16}{40} = 0,4$ moli; $\nu_{CuSO_4} = \frac{32}{160} = 0,2$ moli

Teoretic $\nu_{NaOH} : \nu_{CuSO_4} = 2 : 1$

Practic $\nu_{NaOH} : \nu_{CuSO_4} = 0,4 : 0,2 = 2 : 1 \Rightarrow$ nicio substanță nu e în exces

$x = 0,2$ moli $Na_2SO_4$

$M_{Na_2SO_4} = 2A_{Na} + A_S + 4A_O = 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16 = 142$

$\Rightarrow 1$ mol $Na_2SO_4 = 142$ g

$m_{Na_2SO_4} = 0,2 \cdot 142 = 28,4$ g

$m_{final} = m_{piatră\ vânătă} + m_{H_2O} + m_{sNaOH} - m_{Cu(OH)_2}$

$y = 0,2$ moli $Cu(OH)_2$

$M_{Cu(OH)_2} = A_{Cu} + 2(A_O + A_H) = 64 + 2(16+1) = 98 \Rightarrow 1$ mol $Cu(OH)_2 = 98$ g

$m_{Cu(OH)_2} = 0,2 \cdot 98 = 19,6$ g

$m_{s\ final} = 50 + 110 + 40 - 19,6 = 180,4$ g sau

$m_{s\ final} = m_{Na_2SO_4} + m_{H_2O\ din\ piatra\ vanata} + m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} + m_{H_2O\ ad.} =$

$= 28,4 + (50-32) + (40-16) + 110 = 180,4$ g

$c = \dfrac{28,4 \cdot 100}{180,4} \Rightarrow c = 15,74\%$

**21.** $\underset{1\ mol}{\overset{y}{Cu}} + 2\underset{2\ moli}{\overset{6\ moli}{H_2SO_4}} \longrightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

$3\underset{3\ moli}{\overset{z}{Cu}} + 8\underset{8\ moli}{\overset{24\ moli}{HNO_3}} \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

**a)** x moli $H_2SO_4$

4x moli $HNO_3$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$M_{HNO_3} = A_H + A_N + 3A_O = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63 \Rightarrow 1$ mol $HNO_3 = 63$ g

$m_{s\ H_2SO_4} + m_{s\ HNO_3} = 3000$ g

$98 = \dfrac{98x \cdot 100}{m_{s\ H_2SO_4}} \Rightarrow m_{s\ H_2SO_4} = 100x$ g

$63 = \dfrac{63 \cdot 4x \cdot 100}{m_{s\ HNO_3}} \Rightarrow m_{s\ HNO_3} = 400x$ g

$100x + 400x = 3000$

$x = 6 \Rightarrow 6$ moli $H_2SO_4$

$\nu_{HNO_3} = 24$ moli

$y = 3$ moli Cu; $z = \dfrac{3 \cdot 24}{8} = 9$ moli Cu $\Rightarrow \nu_{Cu\ total} = 12$ moli; $m_{Cu} = 768$ g

**b)** $V_{s\ H_2SO_4} = \dfrac{600}{1,841} = 325,91$ mL

$V_s = 325,91$ mL sol. $H_2SO_4$ 98%

$V_{s\ HNO_3} = \dfrac{2400}{1,39} = 1726,62$ mL $\Rightarrow V_s = 1726,62$ mL sol. $HNO_3$ 63%

**22.** $2\underset{2 \cdot 64\ g}{\overset{x}{Cu}} + O_2 \longrightarrow 2\underset{2 \cdot 80\ g}{\overset{24\ g}{CuO}}$

$\underset{32\ g}{\overset{y}{S}} + O_2 \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{0,6\ moli}{SO_2}}$



$M_{CuO} = A_{Cu} + A_O = 64 + 16 = 80 \Rightarrow 1$ mol $CuO = 80$ g

$x = \dfrac{2 \cdot 64 \cdot 24}{2 \cdot 80} = 19,2$ g Cu; $\nu_{Cu} = \dfrac{19,2}{64} = 0,3$ moli

$y = 32 \cdot 0,6 = 19,2$ g S; $\nu_S = \dfrac{19,2}{32} = 0,6$ moli

$m_{Fe} = 55,2 - (19,2 + 19,2) = 16,8$ g

$\nu_{Fe} = \dfrac{16,8}{56} = 0,3$ moli; $m_{Cu} = 19,2$ g; $m_S = 19,2$ g; $m_{Fe} = 16,8$ g

$Cu : Fe : S = 0,3 : 0,3 : 0,6 = 1 : 1 : 2 \Rightarrow CuFeS_2$ (calcopirită)

**23.** $m_{Cu} = 8,351 \cdot 10^{-3} \cdot 64 = 534,464 \cdot 10^{-3}$ g $= 0,5345$ g Cu

$m_{Sn} = 0,6554 - 0,5345 = 0,1209$ g

0,6554 g aliaj ..... 0,5345 g Cu ..... 0,1209 g Cu

00 g aliaj ..... $p_1$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_1 = 81,55\%$ Cu; $p_2 = 18,45\%$ Sn

**24. a)** $\underset{1\ mol}{\overset{0,1\ moli}{Cu}} + 2\underset{2\ moli}{\overset{z}{H_2SO_4}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{a}{CuSO_4}} + \underset{1\ mol}{\overset{y}{SO_2}}\uparrow + 2\underset{2\ moli}{\overset{b}{H_2O}}$

$\underset{1\ mol}{\overset{x}{Zn}} + \underset{1\ mol}{\overset{t}{H_2SO_4}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{c}{ZnSO_4}} + \underset{1\ mol}{\overset{0,2\ moli}{H_2}}\uparrow$

$x = 0,2$ moli Zn

$m_{Zn} = 13$ g;

$m_{Cu} = 19,4 - 13 = 6,4$ g; $\nu_{Cu} = \dfrac{6,4}{64} = 0,1$ moli

19,4 g amestec ..... 13 g Zn ..... 6,4 g Cu

100 g amestec ..... $p_1$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_1 = 67,01\%$ Zn; $p_2 = 32,99\%$ Cu

0,3 moli Cu-Zn ..... 0,2 moli Zn ..... 0,1 moli Cu

100 moli Cu-Zn ..... $p_3$ ..... $p_4$

$\Rightarrow p_3 = 66,67\%$ Zn; $p_4 = 33,33\%$ Cu

**b)** $y = 0,1$ moli $SO_2$; $\nu_{gaze} = 0,3$ moli

**c)** $z = 0,2$ moli $H_2SO_4$

$t = 0,2$ moli $H_2SO_4 \Rightarrow \nu_{H_2SO_4\ total\ reactionat} = 0,4$ moli

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$m_{H_2SO_4\ reactionat} = 0,4 \cdot 98 = 39,2$ g

$\rho_s = \dfrac{m_s}{V_s} \Rightarrow m_s = \rho_s \cdot V_s = 1,73 \cdot 70,81 = 122,5$ g

$m_d = \dfrac{80}{100} \cdot 122,5 = 98$ g; $m_{H_2SO_4\ in\ exces} = 98 - 39,2 = 58,8$ g

$m_{s\ final} = m_{CuSO_4} + m_{ZnSO_4} + m_{H_2SO_4\ exces} + m_{H_2O\ din\ reactie} + m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4}$

$m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 122,5 - 98 = 24,5$ g

a = 0,1 moli $CuSO_4$

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1 \text{ mol } CuSO_4 = 160 \text{ g}$

$m_{CuSO_4} = 16 \text{ g}$

b = 0,2 moli $H_2O$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2O = 18 \text{ g}$

$m_{H_2O} = 3,6 \text{ g}$

c = 0,2 moli $ZnSO_4$

$M_{ZnSO_4} = A_{Zn} + A_S + 4A_O = 65 + 32 + 4 \cdot 16 = 161 \Rightarrow 1 \text{ mol } ZnSO_4 = 161 \text{ g}$

$m_{ZnSO_4} = 32,2 \text{ g}$

$m_s = 16 + 32,2 + 58,8 + 3,6 + 24,5 = 135,1 \text{ g}$

135,1 g soluție ..... 16 g $CuSO_4$ ..... 32,2 $ZnSO_4$ ..... 58,8 $H_2SO_4$ ..... 28,1 g $H_2O$

100 g soluție ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$ ..... $p_4$

$\Rightarrow p_1 = 11,84\%$ $CuSO_4$; $p_2 = 23,83\%$ $ZnSO_4$;

$p_3 = 43,52\%$ $H_2SO_4$; $p_4 = 20,8\%$ $H_2O$.

**25.** $\overset{2 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{CuCO_3}} \xrightarrow{t^\circ C} \overset{x}{\underset{1 \text{ mol}}{CuO}} + CO_2 \uparrow$

$\overset{4 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{Cu(OH)_2}} \xrightarrow{t^\circ C} \overset{y}{\underset{1 \text{ mol}}{CuO}} + H_2O$

$\overset{6 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{CuO}} + H_2 \longrightarrow \overset{z}{\underset{1 \text{ mol}}{Cu}} + H_2O$

$CuCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$

$CuSO_4 + Fe \longrightarrow Cu + FeSO_4$

$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$

$CuSO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + CuCl_2$

$2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO$

$Cu + Cl_2 \longrightarrow CuCl_2$

$\overset{6 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{Cu}} + \overset{t}{\underset{2 \text{ moli}}{2H_2SO_4}} \longrightarrow CuSO_4 + \overset{v}{\underset{1 \text{ mol}}{SO_2}} \uparrow + 2H_2O$

a = CuO; b = $CO_2$; d = Cu; e = $CuSO_4$;

f = $FeSO_4$; g = $H_2CO_3$; h = $BaSO_4$; i = $CuCl_2$;

j = $O_2$; k = $SO_2$

**b)** x = 2 moli CuO

$M_{CuO} = A_{Cu} + A_O = 64 + 16 = 80 \Rightarrow 1 \text{ mol CuO} = 80 \text{ g}$

$m_{CuO} = 2 \cdot 80 = 160 \text{ g}$

**c)** $M_{Cu(OH)_2} = A_{Cu} + 2(A_O + A_H) = 64 + 2(16 + 1) = 98 \Rightarrow 1 \text{ mol } Cu(OH)_2 = 98 \text{ g}$

$\nu_{Cu(OH)_2} = \frac{392}{98} = 4 \text{ moli}$



y = 4 moli CuO; $m_{CuO} = 4 \cdot 80 = 320 \text{ g} \Rightarrow m_{CuO} = 320 \text{ g}$

**d)** $\nu_{CuO \text{ total}} = 2 + 4 = 6$ moli

z = 6 moli Cu; t = 12 moli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \text{ g}$

$m_{H_2SO_4} = 98 \cdot 12 = 1176 \text{ g } (m_d)$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $98 = \frac{1176 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 1200 \text{ g sol. } H_2SO_4 \text{ 98\%}$

**e)** v = 6 moli $SO_2$

**26. a)** $\overset{1184 \text{ g}}{\underset{2 \cdot 27 \text{ g}}{2Al}} + 3CuSO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + \overset{x}{\underset{3 \text{ moli}}{3Cu}} \downarrow$

$\overset{65,78 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{Cu}} + \overset{y}{\underset{2 \text{ moli}}{2H_2SO_4}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{1 \text{ mol}}{CuSO_4}} + \overset{v}{\underset{1 \text{ mol}}{SO_2}} \uparrow + \overset{t}{\underset{2 \text{ moli}}{2H_2O}}$

**b)** $m_{Al \text{ pur}} = \frac{80}{100} \cdot 1480 = 1184 \text{ g Al}$

x = 65,78 moli Cu; y = 131,56 moli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \text{ g}$

$m_{H_2SO_4} = 131,56 \cdot 98 = 12892,44 \text{ g}$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $98 = \frac{12892,44 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 13155,56 \text{ g sol. } H_2SO_4 \text{ 98\%}$

c) $m_{s \text{ final}} = m_{CuSO_4} + m_{H_2O \text{ din reactie}} + m_{H_2O \text{ din sol. } H_2SO_4}$

z = 65,78 moli $CuSO_4$

$M_{CuSO_4} = A_{Cu} + A_S + 4A_O = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1 \text{ mol } CuSO_4 = 160 \text{ g}$

$m_{CuSO_4} = 10524,8 \text{ g}$

t = 131,56 moli $H_2O$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2O = 18 \text{ g}$

$m_{H_2O} = 2368,08 \text{ g}$

$m_{H_2O \text{ din sol. } H_2SO_4} = 13155,56 - 12892,44 = 263,12 \text{ g}$

$m_{s \text{ final}} = 10524,8 + 2368,08 + 263,12 = 13156 \text{ g}$

$c = \frac{10524,8 \cdot 100}{13156} = 80\%$

v = 65,78 moli $SO_2$

$V_{SO_2} = \nu \cdot 22,4 = 65,78 \cdot 22,4 = 1473,472 \text{ L} \Rightarrow V_{SO_2} = 1473,472 \text{ L}$

**27.** $Cu + HCl \longrightarrow$ nu reacționează

$\overset{y}{\underset{65 \text{ g}}{Zn}} + \overset{x}{\underset{2 \cdot 36,5}{2HCl}} \longrightarrow ZnCl_2 + \overset{22 \text{ g}}{\underset{2 \text{ g}}{H_2}} \uparrow$

**a)** $M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g}$

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$x = \dfrac{2 \cdot 36,5 \cdot 22}{2} = 803$ g HCl ($m_d$)

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $36,5 = \dfrac{803 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 2200$ g sol. HCl 36,5%

**b)** $y = \dfrac{65 \cdot 22}{2} = 715$ g Zn; $\nu_{Zn} = \dfrac{715}{65} = 11$ moli

$m_{Cu} = 4750 - 715 = 4035$ g Cu

$\nu_{Cu} = 63,05$ moli

4750 g aliaj ..... 715 g Zn ..... 4035 g Cu

100 g aliaj ..... $p_1$ ..... $p_2$

$\Rightarrow p_1 = 15,05\%$ Zn; $p_2 = 84,95\%$ Cu (procente masice)

$\nu_{aliaj} = 74,05$ moli

74,05 moli aliaj..... 11 moli Zn ..... 63,05 moli Cu

100 moli aliaj ..... $p_3$ ..... $p_4$

$\Rightarrow p_3 = 14,85\%$ Zn; $p_4 = 85,15\%$ Cu (procente molare)

**28.** $KClO_3 + \overset{0,02 \text{ moli}}{\underset{6 \text{ moli}}{6\,HCl}} \longrightarrow KCl + \overset{x}{\underset{3 \text{ moli}}{3\,Cl_2}} \uparrow + 3\,H_2O$

$\overset{y}{\underset{1 \text{ mol}}{Cu}} + \overset{0,01 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{Cl_2}} \longrightarrow CuCl_2$

$\rho = \dfrac{m_s}{V_s}$; $m_s = 1,69 \cdot 1,183 = 2$ g

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_d = 0,73$ g HCl

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$\nu_{HCl} = \dfrac{0,73}{36,5} = 0,02$ moli

$x = 0,01$ moli $Cl_2$; $y = 0,01$ moli Cu

$m_{Cu} = 0,01 \cdot 64 = 0,64$ g $\Rightarrow m_{Cu} = 0,64$ g

**29.** $\overset{0,05 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{Cu}} + Cl_2 \longrightarrow \overset{x}{\underset{1 \text{ mol}}{CuCl_2}}$

$\overset{0,05 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{CuCl_2}} + 2\,\overset{y}{\underset{2 \text{ moli}}{AgNO_3}} \longrightarrow 2\,\overset{z}{\underset{2 \text{ moli}}{AgCl}} \downarrow + Cu(NO_3)_2$

**a)** $\nu_{Cu} = \dfrac{3,2}{64} = 0,05$ moli Cu

$x = 0,05$ moli $CuCl_2$; $y = 0,1$ moli $AgNO_3$

$M_{AgNO_3} = A_{Ag} + A_N + 3A_O = 170 \Rightarrow 1$ mol $AgNO_3 = 170$ g



$m_{AgNO_3} = 0,1 \cdot 170 = 17$ g ($m_d$)

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $20 = \dfrac{17 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 85$ g sol. $AgNO_3$ 20%

**b)** $z = 0,1$ moli AgCl

**30.** $2\,\overset{0,035 \text{ moli}}{\underset{2 \text{ moli}}{Cu}} + O_2 \longrightarrow 2\,\overset{x}{\underset{2 \text{ moli}}{CuO}}$

$\overset{0,035 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{CuO}} + \overset{y}{\underset{1 \text{ mol}}{H_2SO_4}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{1 \text{ mol}}{CuSO_4}} + \overset{b}{\underset{1 \text{ mol}}{H_2O}}$

$\overset{0,035 \text{ moli}}{\underset{1 \text{ mol}}{CuSO_4}} + \overset{t}{\underset{1 \text{ mol}}{BaCl_2}} \longrightarrow \overset{v}{\underset{1 \text{ mol}}{BaSO_4}} \downarrow + \overset{a}{\underset{1 \text{ mol}}{CuCl_2}}$

**a)** $\nu_{Cu} = \dfrac{2,24}{64} = 0,035$ moli

$x = 0,035$ moli CuO; $y = 0,035$ moli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$m_{H_2SO_4} = 0,035 \cdot 98 = 3,43$ g ($m_d$)

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $49 = \dfrac{3,43 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 7$ g sol. $H_2SO_4$ 49%

$\rho_s = \dfrac{m_s}{V_s}$; $V_s = \dfrac{7}{1,4} = 5$ mL $\Rightarrow V_s = 5$ mL sol. $H_2SO_4$ 49%

**b)** $z = 0,035$ moli $CuSO_4$; $t = 0,035$ moli $BaCl_2$

$M_{BaCl_2} = A_{Ba} + 2A_{Cl} = 137 + 2 \cdot 35,5 = 208 \Rightarrow 1$ mol $BaCl_2 = 208$ g

$m_{BaCl_2} = 0,035 \cdot 208 = 7,28$ ($m_d$)

$10 = \dfrac{7,28 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 72,8$ g sol. $BaCl_2$ 10%

**c)** $v = 0,035$ moli $BaSO_4$

$M_{BaSO_4} = A_{Ba} + A_S + 4A_O = 137 + 32 + 4 \cdot 16 = 233 \Rightarrow 1$ mol $BaSO_4 = 233$ g

$m_{BaSO_4} = 0,035 \cdot 233 = 8,155$ g

$m_{BaSO_4} = 8,155$ g

**d)** $m_{s\,final} = m_{CuCl_2} + m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} + m_{H_2O\ din\ sol.\ BaCl_2} + m_{H_2O\ din\ reactie}$

$a = 0,035$ moli $CuCl_2$

$M_{CuCl_2} = A_{Cu} + 2A_{Cl} = 64 + 2 \cdot 35,5 = 135 \Rightarrow 1$ mol $CuCl_2 = 135$ g

$m_{CuCl_2} = 0,035 \cdot 135 = 4,725$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 7 - 3,43 = 3,57$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ BaCl_2} = 72,8 - 7,28 = 65,52$ g

$b = 0,035$ moli $H_2O$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2O = 18 \text{ g}$

$m_{H_2O \text{ din reactie}} = 0,035 \cdot 18 = 0,63 \text{ g}$

$m_s = 4,725 + 3,57 + 65,52 + 0,63 = 74,445 \text{ g}$

**d)** $c = \frac{4,725 \cdot 100}{74,445}$; $c = 6,35\%$

## 5.4. Probleme recapitulative

**1.** b); **2.** a); **3.** d); **4.** c);

**5. c)** $\overset{5,6\text{ g}}{\underset{2 \cdot 56}{2\,Fe}} + 3\,Cl_2 \longrightarrow \underset{2 \cdot 162,5\text{ g}}{\overset{x}{2\,FeCl_3}}$

$m_{Fe\ pur} = \frac{70}{100} \cdot 8 = 5,6 \text{ g}$

$M_{FeCl_3} = A_{Fe} + 3\,A_{Cl} = 56 + 3 \cdot 35,5 = 162,5 \Rightarrow 1 \text{ mol } FeCl_3 = 162,5 \text{ g}$

$x = 16,25 \text{ g } FeCl_3$

**6. a)** $\overset{64\text{ g}}{\underset{64\text{ g}}{Cu}} + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + \underset{64\text{ g}}{\overset{x}{SO_2}} \uparrow + 2\,H_2O$

$M_{SO_2} = A_S + 2A_O = 32 + 2 \cdot 16 = 64 \Rightarrow 1 \text{ mol } SO_2 = 64 \text{ g}$

$x = 64 \text{ g } SO_2$

**7.** b); **8.** a); **9.** d);

**10. a)** $\overset{1\text{ mol}}{\underset{2\text{ moli}}{2\,Fe}} + 3\,\underset{3\text{ moli}}{\overset{x}{Cl_2}} \longrightarrow 2\,FeCl_3$

$\overset{1\text{ mol}}{\underset{1\text{ mol}}{Cu}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{Cl_2}} \longrightarrow CuCl_2$

$x = 1,5 \text{ moli } Cl_2$; $y = 1 \text{ mol } Cl_2$

$\nu_{Cl_2} = 2,5 \text{ moli}$

$M_{Cl_2} = 2A_{Cl} = 2 \cdot 35,5 = 71 \Rightarrow 1 \text{ mol } Cl_2 = 71 \text{ g}$

$\nu_{Cl_2} = 2,5 \text{ moli}$

$m_{Cl_2} = 2,5 \cdot 71 = 177,5 \text{ g}$



$\overset{1\text{ mol}}{\underset{1\text{ mol}}{Fe}} + 2\,\underset{2\text{ moli}}{\overset{z}{HCl}} \longrightarrow FeCl_2 + H_2 \uparrow$

$Cu + HCl \longrightarrow$ nu reacționează

$z = 2 \text{ moli HCl}$

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1 \text{ mol HCl} = 36,5 \text{ g}$

$m_{HCl} = 2 \cdot 36,5 = 73 \text{ g}$

$\frac{m_{Cl_2}}{m_{HCl}} = \frac{177,5}{73} = 2,43$

**11. a)** $\overset{0,2\text{ moli}}{\underset{2\text{ moli}}{2\,Al}} + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + \underset{3\text{ moli}}{\overset{x}{3\,H_2}} \uparrow$

$Cu + H_2SO_4 \longrightarrow$ nu reacționează

$\nu_{Al} = \nu_{Cu} = x$

$27x + 64x = 18,2 \Rightarrow x = 0,2 \text{ moli}$

$x = 0,3 \text{ moli } H_2$

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g}$

$m_{H_2} = 0,6 \text{ g}$

**12.** $\overset{x}{\underset{2\text{ moli}}{2\,Al}} + \underset{3\text{ mol}}{\overset{0,3\text{ moli}}{3\,S}} \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{Al_2S_3}}$

$\nu_{Al} = \frac{16,2}{27} = 0,6 \text{ moli}$; $\nu_S = \frac{18,069 \cdot 10^{22}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 0,3 \text{ moli}$

Teoretic $\nu_{Al} : \nu_S = 2 : 3$

Practic $\nu_{Al} : \nu_S = 0,6 : 0,3 = 2 : 1 \Rightarrow$ Al în exces

$\overset{0,4\text{ moli}}{\underset{2\text{ moli}}{2\,Al}} + 6\,\underset{6\text{ moli}}{\overset{z}{HCl}} \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,H_2 \uparrow$

$\overset{0,1\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{Al_2S_3}} + 6\,\underset{6\text{ moli}}{\overset{t}{HCl}} \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,H_2S \uparrow$

$x = 0,2 \text{ moli Al}$; $\nu_{Al\ exces} = 0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ moli}$

$y = 0,1 \text{ moli } Al_2S_3$; $z = 1,2 \text{ moli HCl}$

$t = 0,6 \text{ moli HCl}$; $\nu_{HCl\ total} = 1,8 \text{ moli}$

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1 \text{ mol HCl} = 36,5 \text{ g}$

$m_{HCl} = 1,8 \cdot 36,5 = 65,7 \text{ g } (m_d)$

$m_{s\ HCl\ sol.\ 36,5\%} = 180 \text{ g}$

**13.** b); **14.** b); **15.** a);

**16. a)** $\overset{x}{\underset{2\text{ moli}}{2\,Na}} + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + \underset{1\text{ mol}}{\overset{a}{H_2}} \uparrow$

$Fe + H_2O \longrightarrow$ nu reacționează în aceste condiții

$a = 0{,}5x$ moli $H_2$

**17. a); 18. c); 19. b);**

**20. c)** $\overset{0{,}5\text{ moli}}{\underset{2\text{ moli}}{2\,Mg}} + O_2 \longrightarrow \overset{x}{\underset{2\text{ moli}}{2\,MgO}}$

$\nu_{Mg} = \frac{12}{24} = 0{,}5$ moli

$M_{O_2} = 2A_O = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow 1$ mol $O_2 = 32$ g

$\nu_{O_2} = \frac{9}{32} = 0{,}28125$ moli

Teoretic $\nu_{Mg} : \nu_{O_2} = 2:1$

Practic $\nu_{Mg} : \nu_{O_2} = 0{,}5 : 0{,}28125 \Rightarrow O_2$ în exces

$x = 0{,}5$ moli MgO

$M_{MgO} = A_{Mg} + A_O = 24 + 16 = 40 \Rightarrow 1$ mol MgO = 40 g

$m_{MgO} = 0{,}5 \cdot 40 = 20$ g

## Probleme propuse

**21.** $V_{cui} = 0{,}64$ cm$^3$

**22.** $m_{corindon} = 39{,}7$ g

$M_{Al_2O_3} = 2A_{Al} + 3A_O = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 102 \Rightarrow 1$ mol $Al_2O_3 = 102$ g

$\nu_{Al_2O_3} = \frac{39{,}7}{102} = 0{,}39$ moli

1 mol $Al_2O_3$ ..... $2 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi Al

0,39 moli $Al_2O_3$ ..... x

$\Rightarrow x = 4{,}698 \cdot 10^{23}$ atomi Al

**23.** $\overset{x}{\underset{2 \cdot 39\text{ g}}{2\,K}} + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,KOH + \overset{0{,}8\text{ g}}{\underset{2\text{ g}}{H_2}}\uparrow$

$m_{H_2} = 0{,}8$ g; $x = \frac{2 \cdot 39 \cdot 0{,}8}{2} = 31{,}2$ g K

$m_K = 31{,}2$ g ; $\nu_K = 0{,}8$ moli

**24.** $\overset{0{,}8\text{ g}}{\underset{A_M\text{g}}{M}} + H_2SO_4 \longrightarrow MSO_4 + \overset{0{,}02\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{H_2}}\uparrow$

$A_M = 40 \Rightarrow$ Ca



**25.** $\overset{3\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{Ca}} + 2\,H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + \overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{H_2}}\uparrow$

$\overset{y}{\underset{2\text{ moli}}{2\,Na}} + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + \overset{3\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{H_2}}\uparrow$

$\nu_{Ca} = \frac{18{,}069 \cdot 10^{23}}{6{,}023 \cdot 10^{23}} = 3$ moli

$x = 3$ moli $H_2$; $V_{H_2} = 3 \cdot 22{,}4 = 33{,}6$ L

$y = 6$ moli Na

nr. atomi Na $= 6 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23}$

nr. atomi Na $= 36{,}138 \cdot 10^{23}$

**26. a)** $\overset{0{,}2\text{ moli}}{\underset{2\text{ moli}}{2\,Na}} + \overset{x}{\underset{2\text{ moli}}{2\,H_2O}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{2\text{ moli}}{2\,NaOH}} + \overset{y}{\underset{1\text{ mol}}{H_2}}\uparrow$

$\nu_{Na} = \frac{4{,}6}{23} = 0{,}2$ moli; $\nu_{H_2O} = \frac{100}{18} = 5{,}56$ moli

Teoretic $\nu_{Na} : \nu_{H_2O} = 2:2 = 1:1$

Practic $\nu_{Na} : \nu_{H_2O} = 0{,}2 : 5{,}56 \Rightarrow H_2O$ în exces

$x = 0{,}2$ moli $H_2O$; $m_{H_2O} = 3{,}6$ g

**b)** $y = 0{,}1$ moli $H_2$

**c)** $z = 0{,}2$ moli NaOH

$M_{NaOH} = A_{Na} + A_O + A_H = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow 1$ mol NaOH = 40 g

$m_{NaOH} = 0{,}2 \cdot 40 = 8$ g

$m_s = m_{NaOH} + m_{H_2O\text{ in exces}} = 8 + 100 - 3{,}6 = 104{,}4$ g

$c = \frac{8 \cdot 100}{104{,}4} = 7{,}67\% \Rightarrow c = 7{,}67\%$

**27.** $\overset{0{,}1\text{ moli}}{\underset{1\text{ mol}}{Mg}} + \overset{y}{\underset{1\text{ mol}}{H_2SO_4}} \longrightarrow \overset{z}{\underset{1\text{ mol}}{MgSO_4}} + \overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{H_2}}\uparrow$

**a)** $\nu_{Mg} = \frac{2{,}4}{24} = 0{,}1$ moli

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_d = \frac{20}{100} \cdot 98 = 19{,}6$ g $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1$ mol $H_2SO_4 = 98$ g

$\nu_{H_2SO_4} = \frac{19{,}6}{98} = 0{,}2$ moli

Teoretic $\nu_{Mg} : \nu_{H_2SO_4} = 1:1$

Practic $\nu_{Mg} : \nu_{H_2SO_4} = 0{,}1 : 0{,}2 = 1:2 \Rightarrow H_2SO_4$ în exces

$x = 0{,}1$ moli $H_2$

$M_{H_2} = 2A_H = 2 \cdot 1 = 2 \Rightarrow 1 \text{ mol } H_2 = 2 \text{ g}$

$m_{H_2} = 0,2 \text{ g}$

**b)** y = 0,1 moli $H_2SO_4$ reacționat

$\nu_{H_2SO_4 \text{ exces}} = 0,2 - 0,1 = 0,1 \text{ moli}$

$m_{H_2SO_4} = 0,1 \cdot 98 = 9,8 \text{ g}$

z = 0,1 moli $MgSO_4$

$M_{MgSO_4} = A_{Mg} + A_S + 4A_O = 24 + 32 + 4 \cdot 16 = 120 \Rightarrow 1 \text{ mol } MgSO_4 = 120 \text{ g}$

$m_{MgSO_4} = 12 \text{ g}$

$m_{s \text{ final}} = m_{MgSO_4} + m_{H_2SO_4 \text{ exces}} + m_{H_2O \text{ din sol. } H_2SO_4} = 12 + 9,8 + (98 - 19,6) = 100,2 \text{ g}$

100,2 g soluție ..... 12 g $MgSO_4$ ..... 9,8 g $H_2SO_4$ ..... 78,4 g $H_2O$

100 g soluție ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = 11,98\%\ MgSO_4$; $p_2 = 9,78\%\ H_2SO_4$; $p_3 = 78,24\%\ H_2O$.

**28.** 16 g O ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi O

m ..... $18,069 \cdot 10^{23}$ atomi O $\Rightarrow$ m = 48 g

100 g substanță ..... 51,61 g Cu ..... 9,68 g C ..... 38,71 g O

M g substanță..... x ..... y ..... 48 g O

M = 124 g/mol

$x = \frac{51,61 \cdot 48}{38,71} = 64 \text{ g Cu} \Rightarrow 1 \text{ atg Cu}$

$y = \frac{9,68 \cdot 48}{38,71} = 12 \Rightarrow 1 \text{ atg C}$

$m_O = 48 \text{ g} \Rightarrow 3 \text{ atg O} \qquad \Rightarrow CuCO_3$

$CuCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} CuO + CO_2\uparrow$

$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$

$4\,Cu + O_2 \xrightarrow{t < 2000^\circ C} 2\,Cu_2O$

$2\,Cu + O_2 \xrightarrow{t > 2000^\circ C} 2\,CuO$

$Cu + Cl_2 \longrightarrow CuCl_2$

$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2\,H_2O$

$CuSO_4 + Zn \longrightarrow ZnSO_4 + Cu\downarrow$

$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$

A = $CuCO_3$; a = CuO; b = $CO_2$; d = Cu;

e = $H_2O$; f = $Cu_2O$; g = $CuCl_2$; h = $CuSO_4$;

i = $SO_2$; j = Zn; k = $ZnSO_4$; l = $H_2$

**c)** $m_A = \frac{80}{100} \cdot 155 = 124 \text{ kg } CuCO_3$

$M_{CuCO_3} = A_{Cu} + A_C + 3A_O = 64 + 12 + 3 \cdot 16 = 124 \Rightarrow 1 \text{ kmol } CuCO_3 = 124 \text{ g}$



$\nu_{CuCO_3} = \frac{124}{124} = 1 \text{ kmol}$

1 kmol $CuCO_3 \rightarrow$ 1 kmol CuO $\rightarrow$ 1 kmol Cu $\Rightarrow m_{Cu} = 64$ kg

**d)** $\nu_{Cu \text{ pentru fiecare reactie}} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ kmoli}$

1 kmol Cu ..... 2 kmoli $H_2SO_4$

0,25 kmoli Cu ..... a

$\Rightarrow$ a = 0,5 kmoli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1 \text{ kmol } H_2SO_4 = 98 \text{ kg}$

$m_{H_2SO_4} = 0,5 \cdot 98 = 49 \text{ kg}$

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $98 = \frac{49 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 50$ kg sol. $H_2SO_4$ 49%

**29.** $X_{K-2e^-L-8e^-M-1e^-} \xrightarrow{-1e^-} X^+_{K-2e^-L-8e^-}$

Z = 11 $\Rightarrow$ Na

$2\,Na + O_2 \longrightarrow Na_2O_2$

$Na_2O_2 + 2Na \longrightarrow 2Na_2O$

$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$

$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

$2\,Na_2O_2 + 2\,CO_2 \longrightarrow 2\,Na_2CO_3 + O_2\uparrow$

X = Na; a = $Na_2O_2$; b = $Na_2O$; d = NaOH;

e = $H_2$; f = NaCl; g = AgCl; h = $NaNO_3$;

i = $Na_2CO_3$

**c)** iv) obținerea NaOH și a $H_2$ în laborator;

v) neutralizarea unui acid cu o bază;

vi) recunoașterea ionului clorură cu o soluție de azotat de argint;

vii) împrospătarea aerului din încăperi.

**d)** $m_{Na} = \frac{80}{100} \cdot 11,5 = 9,2 \text{ g Na}$

$\nu_{Na} = \frac{9,2}{23} = 0,4 \text{ moli;}$

2 moli Na ..... 1 mol $Na_2O_2$

0,4 moli Na ..... x

$\Rightarrow$ x = 0,2 moli $Na_2O_2$; se folosesc 0,1 moli $Na_2O_2$ pentru ultima reacție

2 moli $Na_2O_2$ ..... 1 mol $O_2$

0,1 moli $Na_2O_2$ ..... y

$\Rightarrow$ y = 0,05 moli $O_2$

**30. a)** $m_{aliaj} = 10,6 + 6,4 + 3 = 20$ g

20 g aliaj ..... 10,6 g Bi ..... 6,4 g Pb ..... 3 g Sn

100 g aliaj ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = 53\%$; $p_2 = 32\%$; $p_3 = 15\%$

**b)** 20 g aliaj ..... 10,6 g Bi ..... 6,4 g Pb ..... 3 g Sn

70 g aliaj ..... a ..... b ..... c

$\Rightarrow$ a = 37,1 g Bi; b = 22,4 g Pb; c = 10,5 g Sn

**c)** 20 g aliaj ..... 3 g Sn

x ..... 2,1 g Sn $\Rightarrow$ x = 14 g aliaj

**31.** $\overset{0,3\text{ moli}}{Mg} + 2\,HCl \longrightarrow MgCl_2 + \overset{x}{H_2}\uparrow$
$\quad 1\text{ mol} \qquad\qquad\qquad\qquad\quad 1\text{ mol}$

$\overset{5,4\text{ g}}{2\,M} + 6\,\overset{y}{HCl} \longrightarrow 2\,MCl_3 + \overset{0,3\text{ moli}}{3\,H_2}\uparrow$
$\quad 2A_M\text{g} \quad 6\text{ moli} \qquad\qquad\qquad\quad 3\text{ moli}$

**a)** $\nu_{Mg} = \frac{7,2}{24} = 0,3$ moli $\Rightarrow$ x = 0,3 moli $H_2$

$A_M = 27 \Rightarrow M = Al$

Al(Z = 13) $\quad K - 2e^- L - 8e^- M - 3e^-$

grupa a 13-a (a III -a A); perioada a 3-a; metal; caracter electropozitiv

**b)** $y = \frac{6 \cdot 0,3}{3} = 0,6$ moli HCl

$M_{HCl} = A_H + A_{Cl} = 1 + 35,5 = 36,5 \Rightarrow 1$ mol HCl = 36,5 g

$m_{HCl} = 0,6 \cdot 36,5 = 21,9$ g HCl ($m_d$)

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $10 = \frac{21,9 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 219$ g;

$\rho = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{219}{1,06} = 206,6\ cm^3$

$V_s = 206,6\ cm^3$ sol. HCl 10%

**32.** $\overset{1,2\text{ moli}}{2\,HgO} \xrightarrow{t^oC} \overset{x}{2\,Hg} + O_2\uparrow$
$\quad 2\text{ moli} \qquad\qquad 2\text{ moli}$

$\overset{1,2\text{ moli}}{Hg} + 2\,AgNO_3 \longrightarrow Hg(NO_3)_2 + \overset{y}{2\,Ag}\downarrow$
$\quad 1\text{ mol} \qquad\qquad\qquad\qquad\quad 2\text{ moli}$

$\overset{2,4\text{ moli}}{3\,Ag} + 4\,\overset{y}{HNO_3} \longrightarrow 3\,AgNO_3 + NO\uparrow + 2\,H_2O$
$\quad 3\text{ moli} \quad 4\text{ moli}$

$O_2 + 2\,H_2 \longrightarrow 2\,H_2O$

a = Hg; $\quad$ b = $O_2$; $\quad$ d = $Hg(NO_3)_2$; $\quad$ e = Ag;

f = $AgNO_3$; $\quad$ g = NO; $\quad$ i = $H_2O$; $\quad$ j = $H_2$

**c)** $m_{HgO\ pur} = \frac{80}{100} \cdot 325,5 = 260,4$ g



$M_{HgO} = A_{Hg} + A_O = 201 + 16 = 217 \Rightarrow 1$ mol HgO = 217 g

$\nu_{HgO} = \frac{260,4}{217} = 1,2$ moli

x = 1,2 moli Hg; y = 2,4 moli Ag;

$z = \frac{2,4 \cdot 4}{3} = 3,2$ moli $HNO_3$

$M_{HNO_3} = A_H + A_N + 3A_O = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63 \Rightarrow 1$ mol $HNO_3$ = 63 g

$m_{HNO_3} = 3,2 \cdot 63 = 201,6$ g ($m_d$)

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $63 = \frac{201,6 \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_s = 320$ g

$\rho = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow V_s = 230,22$ mL sol. $HNO_3$ 63%

**33. a)**; **b)** $K - 2e^- L - 8e^- M - 3e^- \Rightarrow Z = 13$ Al

**c)** grupa 13 (a III-a A) $\quad -3e^-$ pe ultimul strat

perioada a 3-a $\quad$ 3 straturi în curs de completare

**d)** metal; caracter electropozitiv

**e)** $4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$

$2Al + 3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$

$2Al + 3S \longrightarrow Al_2S_3$

$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$

$Al + HNO_3 \longrightarrow$ nu reacționează

$2Al + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$

$2Al + 2NaOH + 6H_2O \longrightarrow 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$

$2Al + 3CuSO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3Cu\downarrow$

**34.** $\overset{y}{2\,Na} + 2\,\overset{z}{H_2O} \longrightarrow 2\,NaOH + \overset{3\text{ moli}}{H_2}\uparrow$
$\quad 2\text{ moli} \qquad 2\text{ moli} \qquad\qquad\quad 1\text{ mol}$

$\overset{1\text{ mol}}{Fe_2O_3} + 3\,\overset{x}{H_2} \longrightarrow 2\,Fe + 3\,H_2O$
$\quad 1\text{ mol} \quad 3\text{ moli}$

**a)** $m_{Fe_2O_3\ pur} = \frac{80}{100} \cdot 200 = 160$ g

$M_{Fe_2O_3} = 2A_{Fe} + 3A_O = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160 \Rightarrow 1$ mol $Fe_2O_3$ = 160 g

$\nu_{Fe_2O_3} = \frac{160}{160} = 1$ mol

x = 3 moli $H_2$; y = 6 moli Na;

$m_{Na} = 6 \cdot 23 = 138$ g

**b)** z = 6 moli $H_2O$

$M_{H_2O} = 2A_H + A_O = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow 1$ mol $H_2O$ = 18 g

$m_{H_2O} = 18 \cdot 6 = 108$ g

$m_{H_2O\ exces} = \frac{80}{100} \cdot 108 = 86,4$ g

$m_{H_2O\ totala} = 108 + 86,4 = 194,4$ g $\Rightarrow m_{H_2O} = 194,4$ g

**35. a)** $\overset{20\ kmoli}{4\ FeS_2} + 11\ O_2 \longrightarrow 2\ \overset{x}{Fe_2O_3} + 8\ SO_2$
$4\ kmoli \qquad\qquad\qquad 1\ kmol$

$\overset{10\ kmoli}{Fe_2O_3} + 2\ Al \longrightarrow Al_2O_3 + 2\ \overset{y}{Fe}$
$2\ kmoli \qquad\qquad\qquad\qquad 2\ kmoli$

$\overset{20\ kmoli}{2\ Fe} + 3\ Cl_2 \longrightarrow 2\ \overset{z}{FeCl_3}$
$2\ kmoli \qquad\qquad 2\ kmoli$

$m_{FeS_2\ pură} = \frac{75}{100} \cdot 3200 = 2400$ kg

$M_{FeS_2} = A_{Fe} + 2A_S = 56 + 2 \cdot 32 = 120 \Rightarrow 1\ kmol\ FeS_2 = 120\ kg$

$\nu_{FeS_2} = 20$ kmoli

$x = 10$ kmoli $Fe_2O_3$; $y = 20$ kmoli Fe; $z = 20$ kmoli $FeCl_3$

**b)** $M_{FeCl_3} = A_{Fe} + 3A_{Cl} = 56 + 3 \cdot 35,5 = 162,5 \Rightarrow 1\ kmol\ FeCl_3 = 162,5\ kg$

$m_{FeCl_3} = \nu \cdot M = 20 \cdot 162,5 = 3250$ kg

$m_s = m_d + m_{H_2O} = 3250 + 13000 = 16250$ kg

$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $c = \frac{3250 \cdot 100}{16250} = 20\% \Rightarrow c = 20\%$

**36.** 1) $S + O_2 \longrightarrow SO_2$
2) $2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$
3) $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$
4) $H_2SO_4 + 2Na \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2\uparrow$
5) $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$
6) $2H_2O + 2Na \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$
7) $H_2SO_4 + Cu \longrightarrow CuO + SO_2\uparrow + H_2O$
8) $CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$
9) $CuSO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + CuCl_2$
10) $2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\ H_2O$
11) $2Al + 3CuSO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3Cu\downarrow$
12) $2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 2Fe\downarrow$

| | | | |
|---|---|---|---|
| a = $O_2$; | b = $SO_2$; | d = $SO_3$; | e = $H_2O$; |
| f = $H_2SO_4$; | g = $H_2$; | h = NaOH; | i = CuO; |
| j = $CuSO_4$; | l = $BaSO_4$; | m = $CuCl_2$; | n = $Al_2(SO_4)_3$; |
| o = Cu; | p = $Fe_2O_3$. | | |



**c)** $O_2$; $H_2$ = legătură covalentă nepolară
$SO_2$; $H_2O$ = legătură covalentă polară
**d)** Cu < Fe < Al < Na
**e)** 1), 2), 3) – etape în sinteza $H_2SO_4$
9) recunoaşterea grupei sulfat cu o soluţie de $BaCl_2$
11) obţinerea metalelor în stare pură
12) aluminotermia – sudarea şinelor de tramvai

**f)** $m_S = \frac{85}{100} \cdot 480 = 408$ g

$\nu_S = 12,75$ moli

1 mol S ..... 1 mol $SO_2$ ..... 1 mol $SO_3$ ..... 1 mol $H_2SO_4$
12,75 moli S ..... x
x = 12,75 moli $H_2SO_4$

$m_{H_2SO_4} = 2A_H + A_S + 4A_O = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \Rightarrow 1\ mol\ H_2SO_4 = 98\ g$

$m_{H_2SO_4} = 12,75 \cdot 98 = 1249,5$ g ($m_d$)

$m_s = m_{H_2SO_4} + m_{H_2O\ nereactionata}$

$\nu_{H_2O\ reactionata} = 12,75$ moli

$M_{H_2O} = 18$; 1 mol $H_2O = 18$ g

$m_{H_2O\ reactionata} = 12,75 \cdot 18 = 229,5$ g; $m_{H_2O\ nereactionata} = 970,5$ g

$m_s = 1249,5 + 970,5 = 2220$ g

$c = \frac{1249,5 \cdot 100}{2220} = 56,28\% \Rightarrow c = 56,28\%$

2 moli Na ..... 1 mol $H_2SO_4$
y ..... 12,75 moli $H_2SO_4$ $\Rightarrow y = 25,5$ moli Na

$m_{Na} = 25,5 \cdot 23 = 586,5$ g $\Rightarrow m_{Na} = 586,5$ g

1 mol $H_2SO_4$ ..... 1 mol $H_2$
12,75 moli $H_2SO_4$ ..... z $\Rightarrow z = 12,75$ moli $H_2$

$M_{H_2} = 2$; 1 mol $H_2 = 2$ g

$m_{H_2} = 12,75 \cdot 2 = 25,5$ g $\Rightarrow m_{H_2} = 25,5$ g

**37.** $ACl_2$; $BCl_2$

100 g amestec ..... 61,739 g Cl
$(A_A + A_B + 4 \cdot 35,5)$ g amestec ..... $4 \cdot 35,5$ g Cl

$$\begin{cases} \frac{A_A}{A_B} = \frac{3}{8} \\ 61,739(A_A + A_B + 4 \cdot 35,5) = 100 \cdot 4 \cdot 35,5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_A + A_B = 88 \\ \frac{A_A}{A_B} = \frac{3}{8} \end{cases} \Rightarrow A_A = 24 \Rightarrow A = Mg;\ A_B = 64 \Rightarrow B = Cu$$

**38.** $\overset{x}{Cu} + 2\,\overset{z}{AgNO_3} \longrightarrow \overset{t}{Cu(NO_3)_2} + 2\,\overset{y}{Ag}\downarrow$

$\underset{1\ mol}{}\quad\underset{2\ moli}{}\qquad\qquad\underset{1\ mol}{}\qquad\underset{2\ moli}{}$

**a)** $x = \nu_{Cu\ reactionat}$; $y = \nu_{Ag\ depus}$

$$\begin{cases} y = 2x \\ m - 64x + 108y = m + 9,5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = 2x \\ -64x + 108y = 9,5 \end{cases}$$

$\Rightarrow x = 0,0625$ moli Cu reacționat; $y = 0,125$ moli Ag depus

$m_{Ag} = 0,125 \cdot 108 = 13,5$ g; $m_{Ag} = 13,5$ g

**b)** $z = 0,125$ moli $AgNO_{3\ reactionat}$

$M_{AgNO_3} = A_{Ag} + A_N + 3A_O = 108 + 14 + 3 \cdot 16 = 170 \Rightarrow 1$ mol $AgNO_3 = 170$ g

$m_{AgNO_3} = 0,125 \cdot 170 = 21,25$ g

$c = \dfrac{m_d \cdot 100}{m_s}$; $m_d = \dfrac{30}{100} \cdot 85 = 25,5$ g $AgNO_3$

$m_{AgNO_3\ exces} = 25,5 - 21,25 = 4,25$ g

$t = 0,0625$ moli $Cu(NO_3)_2$

$M_{Cu(NO_3)_2} = A_{Cu} + 2(A_N + 3A_O) = 64 + 2(14 + 3 \cdot 16) = 188$

$\Rightarrow 1$ mol $Cu(NO_3)_2 = 188$ g

$m_{Cu(NO_3)_2} = 0,0625 \cdot 188 = 11,75$ g

$m_{s\ final} = m_{AgNO_3\ exces} + m_{Cu(NO_3)_2} + m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3}$

$m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3} = 85 - 25,5 = 59,5$ g

$m_{s\ final} = 4,25 + 11,75 + 59,5 = 75,5$ g

75,5 g soluție .....4,25 g $AgNO_3$..... 11,75 g $Cu(NO_3)_2$ .....59,5 g $H_2O$

100 g soluție .....$p_1$.....$p_2$.....$p_3$

$\Rightarrow p_1 = 5,63\%\ AgNO_3$; $p_2 = 15,56\%\ Cu(NO_3)_2$; $p_3 = 78,81\%\ H_2O$

**39.** $Ag + CuSO_4 \longrightarrow$ reacția nu are loc; masa firului de argint nu se modifică.

**40.** $M_{PbSO_4} = A_{Pb} + A_S + 4A_O = 207 + 32 + 4 \cdot 16 = 303$; 1 mol $PbSO_4 = 303$ g

303 g $PbSO_4$ ..... 207 g Pb

5,86 g $PbSO_4$ ..... x $\Rightarrow x = 4$ g Pb

$M_{SnO_2} = A_{Sn} + 2A_O = 119 + 2 \cdot 16 = 151 \Rightarrow 1$ mol $SnO_2 = 151$ g

151 g $SnO_2$ ..... 119 g Sn

2,54 g $SnO_2$ ..... y $\Rightarrow y = 2$ g Sn

$m_{impurități} = 6,5 - (4 - 2) = 0,5$ g

6,5 g aliaj.....4 g Pb.....2 g Sn ..... 0,5 g impurități

100 g aliaj .....$p_1$.....$p_2$.....$p_3$

$\Rightarrow p_1 = 61,54\%$ Pb; $p_2 = 30,77\%$ Sn; $p_3 = 7,69\%$ impurități



## 5.5. Probleme propuse, recapitulative, substanțe simple

**3.** $9,3 \cdot 10^{-23}$ g.
**4.** 280 kg.
**7.** 8 kmoli AgCl; 5440 kg soluție $AgNO_3$ 25 %.
**8.** 38 %.
**9.** 78 % Zn; 22 % Ag.
**10.** Mg; 0,1 moli.
**11.** 23,48 %.
**12.** 64 %.
**13.** 0,68 *m* g Cr.
**15.** Fe : Cu : Al = 2 : 3 : 2.
**16. a)** 621,2 g; **b)** $3,118 \cdot 10^{23}$.
**18.** 0,33 moli.
**19.** 97,3 g.
**20. a)** 1,05 g; **b)** 1,2 g; **c)** 5,15 g; **d)** 9,85 g.
**23. a)** 32,4 g; **b)** 292 g sol. HCl; 120 g sol. $H_2SO_4$.
**24.** 97,5 g.
**25.** $6,023 \cdot 10^{22}$ molecule; 46 %.
**26. a)** 20 g; **b)** 0,35 moli; **c)** 12,5 g; **d)** 2,56 %.
**27.** 8,325 t.
**28.** 111,31 kg.
**29.** 11,2 g Fe; 2,7 g Al; 3,6 g C; 0,2 moli Fe; 0,1 moli Al; 0,3 moli C.
**30.** 15,43 %.

# Cap. 6. Substanțe compuse

## 6.1. Oxizi

**1.** **a)** F; Oxidul de calciu se numește var nestins.
**b)** A;
**c)** F; Oxizii nemetalelor reacționează cu bazele solubile, formând săruri și apă.
**d)** A;
**e)** F; $Fe_2O_3$ se numește oxid de fer (III).

**2.** Oxizii sunt compuși binari ai oxigenului cu atomi de metal sau de nemetal. Formula generală a unui oxid este $E_2O_x$. Oxizii nemetalelor se mai numesc și oxizi acizi deoarece reacționează cu apa formând acizi. Oxizii metalelor mai poartă denumirea de oxizi bazici pentru că în reacție cu apa formează baze. $Fe_2O_3$ se denumește oxid de fer (III) sau oxid feric. Oxidul de cupru (II) se obține prin descompunerea termică a carbonatului de cupru sau a hidroxidului de cupru. Prin dizolvarea dioxidului de carbon în apă se obține acidul carbonic, denumit și sifon.

**3.** 1 e), g), h); 2 d); 3 i); 4 f); 5 a); 6 a); 7 b), c); 8 b).

**4.** $\overset{III}{Al_2}O_3$ ; 47,06%; $Si\overset{IV}{O_2}$ ; 53,33%; $\overset{III}{P_2}O_3$ , 43,64%; $\overset{V}{P_2}O_5$ , 56,34% O;
$\overset{II}{Cu}O$ , 20%; $\overset{I}{Cu_2}O$ , 11,11%.

**5.** $\overset{II}{Ca}O$ – var nestins; $2\,\overset{II}{Pb}O \cdot \overset{IV}{Pb}O_2$ – miniu de plumb;
$\overset{II}{Fe}O \cdot \overset{III}{Fe_2}O_3$ – magnetită; $\overset{III}{Fe_2}O_3$ – hematit; $\overset{III}{Fe_2}O_3 \cdot H_2O$ – limonit

**6.** $2\,Mg + O_2 \longrightarrow 2\,MgO$

$$\nu_{MgO} = \frac{12}{24} = 0{,}5 \text{ moli}$$

**7.** $\underset{100\text{ kg}}{\overset{1000\text{ kg}}{CaCO_3}} \xrightarrow{t^\circ C} \underset{1\text{ kmol}}{\overset{y}{CaO}} + \underset{44\text{ kg}}{\overset{x}{CO_2}}\uparrow$

**a)** $m_{CaCO_3} = \frac{80}{100} \cdot 1250 = 1000$ kg

$M_{CaCO_3} = 100$ ; $M_{CO_2} = 44$ ; x = 440 kg $CO_2$

**b)** y = 10 kmoli CaO
1 kmol CaO ..... $6{,}023 \cdot 10^{26}$ atomi Ca ..... $6{,}023 \cdot 10^{26}$ atomi O
10 kmoli ..... a ..... b
$\Rightarrow$ a = $6{,}023 \cdot 10^{27}$ atomi Ca; b = $6{,}023 \cdot 10^{27}$ atomi O



**8.** $(NH_4)_2CO_3 \xrightarrow{t^\circ C} 2\,NH_3\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O\,(v)$

$M_{(NH_4)_2CO_3} = 96$ ; $\nu_{(NH_4)_2CO_3} = \frac{4{,}8}{96} = 0{,}05$ moli;

$\nu_{NH_3} = 0{,}1$ moli; $\nu_{CO_2} = 0{,}05$ moli; $\nu_{H_2O} = 0{,}05$ moli

$\nu_{gaze} = 0{,}2$ moli; $V = \nu \cdot 22{,}4 = 4{,}48$ L $\Rightarrow V_{gaze} = 4{,}48$ L

**9.** $NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$
**a)** $CO_2$ barbotat într-o soluție limpede de apă de var o tulbură datorită formării particulelor fine, greu solubile, de $CaCO_3$.
$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$
**b)** $M_{NaHCO_3} = 84$ ; $\nu_{NaHCO_3} = 0{,}05$ moli; $\nu_{CO_2} = 0{,}05$ moli

**10.** $3CuO + 2Al \longrightarrow Al_2O_3 + 3Cu\downarrow$
$Fe_2O_3 + 2Al \longrightarrow Al_2O_3 + 2Fe\downarrow$

**11.** $\underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,HgO}} \xrightarrow{t^\circ C} 2\,Hg + \underset{1\text{ mol}}{\overset{0{,}25\text{ moli}}{O_2}}\uparrow$

x = 0,5 moli HgO
$M_{HgO} = 217$; $m_{HgO} = 0{,}5 \cdot 217 = 108{,}5$ g

$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100$ ; $m_{HgO\ impur} = 135{,}625$ g

**12.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{S}} + O_2 \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{0{,}4\text{ moli}}{SO_2}}$

$\underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{2\,SO_2}} + O_2 \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{0{,}4\text{ moli}}{2\,SO_3}}$

$M_{SO_3} = 80$ ; $\nu_{SO_3} = \frac{32}{80} = 0{,}4$ moli

x = 0,4 moli $SO_2$; y = 0,4 moli S
$m_S = 0{,}4 \cdot 32 = 12{,}8$ g; $m_{S\ 80\%} = 16$ g

**13.** $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$
$M_{SO_3} = 80$ g/mol;

$\nu_{SO_3} = \frac{16}{80} = 0{,}2$ moli; $\nu_{H_2O\ react.} = 0{,}2$ moli; $M_{H_2O} = 18$

$m_{H_2O\ react.} = 0{,}2 \cdot 18 = 3{,}6$ g; $m_{H_2O\ exces} = 82 - 3{,}6 = 78{,}4$ g

$\nu_{H_2SO_4} = 0{,}2$ moli; $M_{H_2SO_4} = 98$ g/mol

$m_{H_2SO_4} = 19{,}6$ g

$m_s = m_{H_2SO_4} + m_{H_2O\ exces} = 19{,}6 + 78{,}4 = 98$ g

$c = \frac{19{,}6 \cdot 100}{98} = 20\%$ ; $c_{H_2SO_4} = 20\%$

**14.** $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

$\nu_S = 2$ moli; $m_S = 64$ g; $\nu_{O_2} = 2$ moli; $m_{O_2} = 64$ g

$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

$\nu_{Cu} = 2$ moli; $m_{Cu} = 128$ g; $\nu_{H_2SO_4} = 4$ moli; $m_{H_2SO_4} = 392$ g

$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

$\nu_{FeS_2} = 1$ mol; $m_{FeS_2} = 120$ g; $\nu_{O_2} = 2{,}75$ moli; $m_{O_2} = 88$ g

**15.** $\overset{0,3\text{ moli}}{\underset{3\text{ moli}}{3\,Fe}} + 4\,H_2O(v) \longrightarrow \overset{x}{\underset{1\text{ mol}}{Fe_3O_4}} + \overset{y}{\underset{4\text{ moli}}{4\,H_2}}\uparrow$

$\nu_{Fe} = \dfrac{16{,}8}{56} = 0{,}3$ moli Fe;

$x = 0{,}1$ moli $Fe_3O_4$; $M_{Fe_3O_4} = 232$ ; $m_{Fe_3O_4} = 23{,}2$ g

$y = 0{,}4$ moli $H_2 \Rightarrow$ nr. molecule $H_2 = 0{,}4 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23}$

$\Rightarrow$ nr. molecule $H_2 = 2{,}4092 \cdot 10^{23}$

**16.** $MO + 2HCl \longrightarrow MCl_2 + H_2O$

1,12 g oxid .....2,22 g sare

$(A_M + 16)$ g oxid ..... $(A_M + 71)$ g sare $\qquad A_M = 40$; Ca

$CaO + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O$

**17.** $C + H_2O\,(v) \longrightarrow CO + H_2$

$m_C = \dfrac{75}{100} \cdot 112 = 84$ kg;

$\nu_C = 7$ kmoli $\Rightarrow$ $\nu_{CO} = \nu_{H_2} = 7$ kmoli; $\nu_{gaze} = 14$ kmoli

**18.** $CuCO_3 \xrightarrow{t^oC} CuO + CO_2\uparrow$

$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$

**a)** $m_{CuCO_3\,pur} = 12{,}4$ g; $M_{CuCO_3} = 124$ g/mol; $\nu_{CuCO_3} = 0{,}1$ moli

0,1 moli $CuCO_3 \rightarrow 0{,}1$ moli $CuO \rightarrow 0{,}1$ moli $H_2SO_4$

$M_{H_2SO_4} = 98$ ; $m_d = 9{,}8$ g $H_2SO_4$

$m_s = 20$ g sol. $H_2SO_4$ 49%

**b)** 0,1 moli $CuSO_4$

**19.** $CaCO_3 \xrightarrow{t^oC} CaO + CO_2\uparrow$

$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

$Ca(OH)_2 + MgCl_2 \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CaCl_2$

$M_{Mg(OH)_2} = 58$

$\nu_{Mg(OH)_2} = \dfrac{1160 \cdot 10^3}{58} = 20 \cdot 10^3$ kmoli; $\nu_{CaCO_3} = 20 \cdot 10^3$ kmoli

$M_{CaCO_3} = 100$ ; $m_{CaCO_3} = 2000$ t $\Rightarrow m_{calcar} = 2500$ t



**20.** $4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$

$V_{O_2} = 61{,}6$ L; $\nu_{O_2} = 2{,}75$ moli; $\nu_{SO_2} = 2$ moli; $\nu_{SO_3} = 1$ mol

$M_{SO_3} = 80$ ; $m_{SO_3} = 80$ g

**21.** $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$

Turnesolul își schimbă culoarea de la violet la roșu.

$\nu_S = 0{,}05$ kmoli; $\nu_{H_2O\ reactionat} = 0{,}05$ kmoli

$M_{H_2O} = 18$ ; $m_{H_2O\ reactionata} = 0{,}9$ kg; $\nu_{H_2SO_3} = 0{,}05$ kmoli

$M_{H_2SO_3} = 82$ ; $m_{H_2SO_3} = 4{,}1$ kg ($m_d$)

$20 = \dfrac{4{,}1 \cdot 100}{m_s}$; $m_s = 20{,}5$ kg

$m_{H_2O} = 20{,}5 - 4{,}1 = 16{,}4$ kg

$m_{H_2O\ necesara} = m_{H_2O\ reactionata} + m_{H_2O\ din\ sol.} = 0{,}9 + 16{,}4 = 17{,}3$ kg

$m_{H_2O\ necesara} = 17{,}3$ kg

**22.** **a)** $CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

**b)** $Ca(OH)_2$

**c)** $\nu_{HCl} = 2$ moli; $M_{HCl} = 36{,}5$ g/mol

$m_{HCl} = 73$ g ($m_d$); $m_s = 200$g sol. HCl 36,5%

$\nu_{CO_2} = 1$ mol

**23.** $CuCO_3 \xrightarrow{t^oC} CuO + CO_2\uparrow$

$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$

$CuO + 2\,HCl \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$

**a)** $M_{CuCO_3} = 124$ ; $\nu_{CuCO_3} = 0{,}25$ moli

$\nu_{CuO} = \nu_{CO_2} = 0{,}25$ moli $\Rightarrow \nu_{oxizi} = 0{,}5$ moli

**b)** $\nu_{Ca(OH)_2} = 0{,}25$ moli; $M_{Ca(OH)_2} = 74$

$m_{Ca(OH)_2} = 18{,}5$ g $\Rightarrow m_{s\,Ca(OH)_2\,10\%} = 185$ g

**c)** $\nu_{HCl} = 0{,}5$ moli; $M_{HCl} = 36{,}5$

$m_{d\,HCl} = 18{,}25$ g; $m_{s\,HCl\,20\%} = 91{,}25$ g

$V_s = 80$ cm$^3$ sol. HCl 20%

**d)** $\nu_{CaCO_3} = 0{,}25$ moli

$M_{CaCO_3} = 100$ ; $m_{CaCO_3} = 25$ g

**24.** $CaCO_3 \xrightarrow{t^oC} CaO + CO_2\uparrow$ r. de descompunere

$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$ r. de combinare

$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$ r. de schimb

$CaCl_2 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2AgCl\downarrow + Ca(NO_3)_2$ r. de schimb

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ r. de combinare

$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$ r. de schimb

$CO_2 + C \longrightarrow 2CO$

A = $CaCO_3$; a = CaO; b = $CO_2$; d = $Ca(OH)_2$;
e = $CaCl_2$; f = $H_2O$; g = AgCl; h = $Ca(NO_3)_2$;
i = $H_2CO_3$; j = $CaCO_3$; k = CO

**d)** Oxizi acizi: $CO_2$ (dioxid de carbon); $H_2O$ (apă); CO (monoxid de carbon)
Oxizi bazici: CaO (oxid de calciu).

**e)** $M_{Ca(OH)_2} = 74$

$\nu_d = \frac{14,8}{74} = 0,2$ moli $\Rightarrow$ 0,2 moli $CaCO_3$

$M_{CaCO_3} = 100$ g/mol; $m_{CaCO_3} = 20$ g; $m_{CaCO_3\ 80\%} = 25$ g

**f)** $\nu_{CO_2} = 0,2$ moli

$\nu_{CO_2\ redus} = 0,1$ moli $\Rightarrow \nu_C = 0,1$ moli; $m_c = 1,2$ g; $m_{cărbune} = 2$ g

**25. a)** x moli $Cu_2O$; 2 x moli CuO
1 mol $Cu_2O$ ..... 16 g O
x moli ..... a $\Rightarrow$ a = 16x g O
$M_{Cu_2O} = 144$ g/mol; $m_{Cu_2O} = 144x$ g
1 mol CuO ..... 16 g O
2x moli CuO ..... b $\Rightarrow$ b = 32x g O
$M_{CuO} = 80$ ; $m_{CuO} = 160x$ g
$m_{amestec} = 304x$
304x g amestec ..... 48x g O
100 g amestec ..... $p_1$ $\Rightarrow p_1 = 15,79\%$ O

**b)** x g $Cu_2O$; 2x g CuO
144 g $Cu_2O$ ..... 16 g O
x g $Cu_2O$ ..... c $\Rightarrow$ c = 0,11x g O;
80x g CuO ..... 16 g O
2x g CuO ..... d $\Rightarrow$ d = 0,4x g O
$m_{amestec} = 3x$ g
3x g amestec ..... 0,51x g O
100 g amestec ..... $p_2$ $\Rightarrow p_2 = 17\%$ O

**26.** x moli $SO_2$; y moli $SO_3$
$M_{SO_2} = 64$; $M_{SO_3} = 80$
1 mol $SO_2$..... 32 g O
x moli $SO_2$..... a $\Rightarrow$ a = 32x g O



1 mol $SO_3$ ..... 48 g O
y moli $SO_3$..... b $\Rightarrow$ b = 48y g O
100 g amestec ..... 52,4 g O
(64x + 80y) g amestec ..... (32x + 48y) g O
x : y = 4 : 1
$m_{SO_2} : m_{SO_3} = 3,2 : 1$

**27.** $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$
$MgO + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2$
$Mg(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + 2H_2O$

**a)** $m_{Mg} = \frac{80}{100} \cdot 6 = 4,8$ g

$\nu_{Mg} = 0,2$ moli; $\nu_{O_2} = 0,1$ moli; $V_{O_2} = 2,24$ L; $V_{aer} = 11,2$ L

**b)** $\nu_{MgO} = 0,2$ moli; $\nu_{H_2O} = 0,2$ moli

$m_{H_2O} = 3,6$ g; $m_{H_2O\ ramasa} = 96,4$ g

$\nu_{Mg(OH)_2} = 0,2$ moli; $\nu_{HCl} = 0,4$ moli

$M_{HCl} = 36,5$ g/mol; $m_{HCl} = 14,6$ g ($m_d$); $m_s = 73$ g sol. HCl 20%

$m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} = 58,4$ g

$\nu_{H_2O\ rezultata} = 0,4$ moli; $M_{H_2O} = 18$ ; $m_{H_2O\ rezultata} = 7,2$ g

$m_{H_2O\ total} = m_{H_2O\ exces} + m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} + m_{H_2O\ din\ reactie} = 96,4 + 58,4 + 7,2 = 162$ g

$m_{H_2O\ total} = 162$ g

**c)** $\nu_{MgCl_2} = 0,2$ moli

$M_{MgCl_2} = 95$ g/mol; $m_{MgCl_2} = 19$ g; $m_{sf} = 19 + 162 = 181$ g; c = 10,5%

**28.** $\underset{2\ moli}{\overset{x}{2\,Mg}} + O_2 \longrightarrow \underset{2\ moli}{\overset{a}{2\,MgO}}$

$\underset{2\ moli}{\overset{3x\ moli}{2\,Cu}} + O_2 \longrightarrow \underset{2\ moli}{\overset{c}{2\,CuO}}$

$\underset{1\ mol}{\overset{x\ moli}{MgO}} + \underset{2\ moli}{\overset{b}{2\,HCl}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{e}{MgCl_2}} + H_2O$

$\underset{1\ mol}{\overset{3x\ moli}{CuO}} + \underset{2\ moli}{\overset{d}{2\,HCl}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{f}{CuCl_2}} + H_2O$

**a)** $m_{d\ HCl} = 29,2$ g; $\nu_{HCl} = 0,8$ moli; $\nu_{Mg} = x$; $\nu_{Cu} = 3x$

a = x moli MgO; b = 2x moli HCl; c = 3x moli CuO; d = 6x moli HCl
8x = 0,8 $\Rightarrow$ x = 0,1 moli Mg; $m_{Mg} = 2,4$ g
$\nu_{Cu} = 0,3$ moli; $m_{Cu} = 19,2$ g; $m_{amestec} = 21,6$ g

**b)** $\nu_{MgO} = 0,1$ moli; $\nu_{CuO} = 0,3$ moli

**c)** e = 0,1 moli $MgCl_2$; $M_{MgCl_2} = 95$; $m_{MgCl_2} = 9,5$ g;

f = 0,3 moli $CuCl_2$; $M_{CuCl_2} = 135$

$m_{CuCl_2} = 40,5$ g; $m_{saruri} = 50$ g

**29.** $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$

$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

**a)** $\nu_{CaO} = x$ moli; $\nu_{Na_2O} = y$ moli

x moli CaO → x moli $Ca(OH)_2 \Rightarrow$ x moli $CaCl_2$

Reacționează 2x moli HCl și x moli $H_2O$.

y moli $Na_2O \Rightarrow$ 2y moli NaOH ⇒ 2y moli NaCl

Reacționează 2y moli HCl și y moli $H_2O$.

$m_{d\ HCl} = 73$ g; $\nu_{HCl} = 2$ moli

$2x + 2y = 2 \Rightarrow x + y = 1$

$M_{CaCl_2} = 111$ g/mol; $M_{NaCl} = 58,5$

$$\begin{cases} 111x + 117y = 114 \\ x + y = 1 \end{cases}$$

⇒ x = 0,5 moli CaO; $m_{CaO} = 28$ g; y = 0,5 moli $Na_2O$; $m_{Na_2O} = 31$ g

$m_{oxizi} = 59$ g

**b)** $m_{H_2O\ reactionata} = 18$ g; $m_{H_2O\ exces} = 82$ g

$m_{s\ final} = m_{CaCl_2} + m_{NaCl} + m_{H_2O\ exces} + m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} + m_{H_2O\ din\ reactie}$

$m_{H_2O\ din\ reactie} = 2x + 2y = 2$ moli

$m_{H_2O\ din\ reactie} = 36$ g

$m_{s\ final} = 55,5 + 58,5 + 82 + (365 - 73) + 36 = 524$ g

524 g soluție ..... 55,5 g $CaCl_2$ ..... 58,5 g NaCl ..... 410 g $H_2O$

100 g soluție ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

⇒ $p_1 = 10,59\%$; $p_2 = 11,15\%$ NaCl; $p_3 = 78,25\%$ $H_2O$

**30.** $M_{B_2O_3} = 70$

70 g $B_2O_3$..... 22 g B

12,9 g $B_2O_3$..... x ⇒ x = 4,05 g B

nr. atg B = 0,37

$M_{SiO_2} = 60$

60 g $SiO_2$..... 28 g Si

80,7 g $SiO_2$..... y ⇒ y = 37,66 g Si

nr. atg Si = 1,345

nr. atg B : nr. atg Si = 1 : 3,64



## 6.2. Acizi

**1.** **a)** F; Acizii anorganici sunt substanțe ce nu sunt răspândite în natură.
**b)** A;
**c)** F; Acizii dibazici au în molecula lor doi atomi de hidrogen.
**d)** A;
**e)** F; Acidul sulfuric reacționează cu clorura de sodiu, eliberând acidul clorhidric.
**f)** A.

**2.** Acizii sunt substanțe compuse, ce au în moleculă unul sau mai mulți atomi de hidrogen și un radical acid. După criteriul compoziției, acizii se pot clasifica în hidracizi (un exemplu: acid clorhidric) și în oxiacizi (1 exemplu: acid sulfuric), după numărul de atomi de hidrogen ce se pot înlocui cu atomi de metal, sunt acizi monobazici (1 exemplu: acid azotic) sau polibazici (1 exemplu: acid fosforic), iar după tărie, pot fi acizi tari (1 exemplu: acid percloric) sau acizi slabi (1 exemplu: acid carbonic).

**3.** Acizii anorganici sunt substanțe compuse, ce se prezintă în toate stările de agregare; sunt solubili în apă. Soluțiile de acizi au gust acru și conduc curentul electric. Acizii pot rezulta din reacția unor oxizi de nemetal cu apa.
Acidul sulfuric este un acid tare, din categoria oxiacizilor, și este un acid dibazic.
Acizii reacționează cu oxizii de metal, formând săruri și apă.

**4.** 1 d), f), i); 2 b), f), j); 3 c), d), e), h); 4. a), g).

**5.** $HClO_4$, $H_2SO_4$, HCl, $HNO_3$, $H_3PO_4$, $H_2CO_3$

**6.**

| | | |
|---|---|---|
| $H_3PO_4$ : | $Na_3(PO_4)^{III}$ | fosfat de sodiu |
| | $Na_2(HPO_4)^{II}$ | fosfat monoacid de sodiu |
| | $Na(H_2PO_4)^{I}$ | fosfat diacid de sodiu |
| $HClO_3$ | $Na(ClO_3)^{I}$ | clorat de sodiu |
| HClO | $Na(ClO)^{I}$ | hipoclorit de sodiu |
| $H_2CO_3$ | $Na_2(CO_3)^{II}$ | carbonat de sodiu |
| | $Na(HCO_3)^{I}$ | carbonat acid de sodiu (bicarbonat de sodiu) |

**7.** **a)** $HClO_3$; **b)** $H_2SO_4$; **c)** $Al(HSO_4)_3$; **d)** $Fe_2(SO_4)_3$;
**e)** $Na_2SO_3$; **f)** $Ca(NO_2)_2$; **g)** $KClO_2$.

**8.** **a)** acid azotic; **b)** fosfat monoacid de potasiu; **c)** azotit de potasiu;
**d)** carbonat acid de potasiu; **e)** fosfat diacid de potasiu; **f)** fosfat de potasiu;
**g)** acid sulfuros; **h)** sulfit acid de potasiu.

**9.** $M_{H_2SO_4} = 98$

98 g $H_2SO_4$ ..... $4 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi O

x ..... $1{,}05 \cdot 10^{20}$ atomi O

$\Rightarrow x = 4{,}27 \cdot 10^{-3}$ g $H_2SO_4$

**10.** $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

$m_{NH_4Cl} = 53{,}5$ g

**11.** $BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$

$\nu_{BaCl_2} = 2$ moli

$M_{BaCl_2} = 208$ g/mol; $m_{BaCl_2} = 416$

**12.** $\overset{73\text{ g}}{\underset{36{,}5\text{ g}}{HCl}} + \overset{x}{\underset{170\text{ g}}{AgNO_3}} \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

$m_{d\,HCl} = 73$ g; $M_{HCl} = 36{,}5$; $M_{AgNO_3} = 170$

$x = 340$ g $AgNO_3$ ($m_d$)

$m_s = 850$ g sol. $AgNO_3$ 40%

**13.** $2\,\overset{840\text{ kg}}{\underset{2\cdot 40\text{ kg}}{NaOH}} + \overset{z}{\underset{98\text{ kg}}{H_2SO_4}} \longrightarrow \overset{y}{\underset{142\text{ kg}}{Na_2SO_4}} + 2\,H_2O$

**a)** $m_d = 840$ kg NaOH

$M_{NaOH} = 40$ g/mol; $M_{H_2SO_4} = 98$ g/mol

$x = 1029$ kg $H_2SO_4$ ($m_d$)

$m_s = 5145$ kg sol. $H_2SO_4$ 20%

**b)** $M_{Na_2SO_4} = 142$; $m_{Na_2SO_4} = 1491$ kg; $\nu_{Na_2SO_4} = 10{,}5$ kmoli

**14.** $\overset{1{,}68\text{ g}}{\underset{84\text{ g}}{NaHCO_3}} + \overset{x}{\underset{36{,}5\text{ g}}{HCl}} \longrightarrow NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$

$M_{NaHCO_3} = 84$ g/mol

$x = 0{,}73$ g HCl ($m_d$); $m_s = 243{,}33$ g suc gastric

$V_s = 233{,}33$ mL suc gastric

**15.** $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$

$2\,H_2O + 2\,Na \longrightarrow 2\,NaOH + H_2\uparrow$

$2\,H_2 + O_2 \longrightarrow 2\,H_2O$

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$2\,NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow 2\,HCl + Na_2SO_4$

$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\,HCl$

$HCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

$2\,HCl + Mg \longrightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow$

$2\,HCl + CuO \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$

$Cu + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2\,H_2O$

$C + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow 2\,SO_2\uparrow + CO_2\uparrow + 2\,H_2O$



$S + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow 3\,SO_2\uparrow + 2\,H_2O$

| | | | |
|---|---|---|---|
| a = C; | b = $H_2O$; | d = $H_2CO_3$; | e = NaOH; |
| f = $H_2$; | g = HCl; | h = $H_2SO_4$; | i = $Na_2SO_4$; |
| j = $BaSO_4$; | l = AgCl; | m = $HNO_3$; | n = Mg; |
| o = CuO; | p = $CuSO_4$; | r = $SO_2$. | |

**16.** $Zn + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$

**a)** $\nu_{Zn} = 1{,}75$ moli; $m_{Zn} = 113{,}75$ g

**b)** Teoretic $\nu_{Zn} : \nu_{HCl} = 1 : 2$

Practic $\nu_{Zn} : \nu_{HCl} = 2 : 3{,}5 \Rightarrow$ Zn în exces

$\nu_{Zn\ reactionat} = 1{,}75$ moli; $m_{Zn} = 113{,}75$ g

**c)** HCl în exces; $\nu_{Zn} = 1$ mol; $m_{Zn} = 65$ g

**17.** a) 1,75 moli; b) 1,75 moli; c) 1 mol.

**18.** $2\,NaCl + \overset{x}{\underset{98\text{ kg}}{H_2SO_4}} \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,\overset{36{,}5\text{ kg}}{\underset{2\cdot 36{,}5\text{ kg}}{HCl}}\uparrow$

$m_{d\,HCl} = 36{,}5$ kg; $M_{HCl} = 36{,}5$ g/mol

$M_{H_2SO_4} = 98$ g/mol; $x = 49$ kg $H_2SO_4$ ($m_d$)

$m_s = 54{,}44$ kg sol. $H_2SO_4$ 90%

**19.** $\overset{1{,}3\text{ g}}{\underset{65\text{ g}}{Zn}} + \overset{y}{\underset{98\text{ g}}{H_2SO_4}} \longrightarrow ZnSO_4 + \overset{x}{\underset{2\text{ g}}{H_2}}\uparrow$

$\overset{0{,}04\text{ g}}{\underset{2\text{ g}}{H_2}} + Cl_2 \longrightarrow 2\,\overset{z}{\underset{2\text{ moli}}{HCl}}$

**a)** $M_{H_2} = 2$ g/mol; $x = 0{,}04$ g $H_2$

**b)** $M_{H_2SO_4} = 98$ g/mol

$y = 1{,}96$ g $H_2SO_4$ ($m_d$); $m_s = 4$ g sol. $H_2SO_4$ 49%

**c)** $z = 0{,}04$ moli HCl

**20.** $2\,NaCl + \overset{196\text{ g}}{\underset{98\text{ g}}{H_2SO_4}} \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,\overset{x}{\underset{2\cdot 36{,}5\text{ g}}{HCl}}\uparrow$

$m_{H_2SO_4} = 196$ g; $M_{H_2SO_4} = 98$; $M_{HCl} = 36{,}5$

$x = 146$ g HCl ($m_d$); $m_s = 400$ g; c = 36,5%

**21.** $2\,NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,HNO_3$

**a)** $m_{d\,H_2SO_4} = 98$ g; $M_{H_2SO_4} = 98$

$\nu_{H_2SO_4} = 1$ mol $\Rightarrow \nu_{HNO_3} = 2$ moli

$M_{HNO_3} = 63$; $m_{HNO_3} = 126$ g

**b)** $m_s = m_{Na_2SO_4} + m_{HNO_3} + m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4}$

$\nu_{Na_2SO_4} = 1$ mol; $M_{Na_2SO_4} = 142$ g/mol; $m_{Na_2SO_4} = 142$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 102$ g; $\nu_{H_2O} = 5{,}67$ moli; $m_s = 142 + 126 + 102 = 370$ g

370 g soluție ..... 142 g $Na_2SO_4$ ..... 126 g $HNO_3$ ..... 102 g $H_2O$
100 g soluție ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$
$\Rightarrow p_1 = 38{,}38\%\ Na_2SO_4$; $p_2 = 34{,}05\%\ HNO_3$;
$p_3 = 27{,}57\%\ H_2O$ (procente masice)
$\nu_{total} = 1 + 2 + 5{,}67 = 8{,}67$ moli
8,67 moli ..... 1 mol $Na_2SO_4$ ..... 2 moli $HNO_3$ ..... 5,67 moli $H_2O$
100 moli ..... $p_1'$ ..... $p_2'$ ..... $p_3'$
$\Rightarrow p_1' = 11{,}53\%\ Na_2SO_4$; $p_2' = 23{,}07\%\ HNO_3$;
$p_3' = 65{,}4\%\ H_2O$ (procente molare)

**22.** $4\ FeS_2 + 11\ O_2 \longrightarrow 2\ Fe_2O_3 + 8\ SO_2$
$2\ SO_2 + O_2 \longrightarrow 2\ SO_3$
$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$
2 moli $H_2SO_4$ ..... 2 moli $SO_3$ ..... 2 moli $SO_2$ ..... 1 mol $FeS_2$
$M_{FeS_2} = 120$ ; $m_{FeS_2} = 120$ g; $m_{FeS_2\ 80\%} = 150$ g

**23.** $CuCO_3 \xrightarrow{t^oC} CuO + CO_2\uparrow$
$CuO + 2\ HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$
$M_{CuCO_3} = 124$ g/mol; $\nu_{CuCO_3} = 0{,}1$ moli
$\nu_{HNO_3} = 0{,}2$ moli; $M_{HNO_3} = 63$
$m_{HNO_3} = 12{,}6$ g ($m_d$); $m_s = 50{,}4$ g sol. $HNO_3$ 25%

**24.** $2\ Ag + 2\ H_2SO_4 \longrightarrow Ag_2SO_4 + SO_2\uparrow + 2\ H_2O$
**a)** $m_{dH_2SO_4} = 98$ g; $\nu_{H_2SO_4} = 1$ mol; $\nu_{Ag} = 1$ mol; $m_{Ag} = 108$ g
**b)** $\nu_{SO_2} = 0{,}5$ moli; $3{,}0115 \cdot 10^{23}$ molecule $SO_2$

**25.** $H_2SO_4 + 2\ NaCl \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\ HCl$
$AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$
**a)** $m_{dH_2SO_4} = 196$ g; $M_{H_2SO_4} = 98$ g/mol;
$\nu_{H_2SO_4} = 2$ moli; $\nu_{HCl} = 4$ moli
**b)** $M_{HCl} = 36{,}5$ g/mol; $m_{HCl} = 146$ g ($m_d$)
$m_s = 400$ g; $m_{H_2O} = m_s - m_d = 254$ g
**c)** $\nu_{AgNO_3} = 4$ moli; $M_{AgNO_3} = 170$ g/mol
$m_{AgNO_3} = 680$ ($m_d$); $m_s = 3400$ g sol. $AgNO_3$ 20%
**d)** $\nu_{AgCl} = 4$ moli; $M_{AgCl} = 143{,}5$; $m_{AgCl} = 574$ g

**26. a)** $2\ NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\ HCl$
**c)** $2\ NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\ HNO_3$
**d)** $K_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$
**f)** $AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$
**g)** $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$



**27.** $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$
**a)** $m_{d\ HCl} = 7{,}3$ g; $\nu_{HCl} = 0{,}2$ moli
$m_{d\ NaOH} = 4$ g; $\nu_{NaOH} = 0{,}1$ moli
$\nu_{HCl} : \nu_{NaOH} = 1 : 1$ (teoretic)
$\nu_{HCl} : \nu_{NaOH} = 0{,}2 : 0{,}1 = 2 : 1$ (practic) $\Rightarrow$ HCl în exces
$\nu_{HCl\ exces} = 0{,}1$ moli; $m_{HCl\ exces} = 3{,}65$ g
**b)** $m_{s\ final} = m_{NaCl} + m_{HCl\ exces} + m_{H_2O\ din\ reactie} + m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} + m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH}$
$\nu_{NaCl} = 0{,}1$ moli; $M_{NaCl} = 58{,}5$ g/mol
$m_{NaCl} = 5{,}85$ g; $m_{HCl\ exces} = 3{,}65$ g
$\nu_{H_2O\ din\ reactie} = 0{,}1$ moli; $M_{H_2O} = 18$ g/mol; $m_{H_2O} = 1{,}8$ g
$m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} = 20 - 7{,}3 = 12{,}7$ g
$m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} = 20 - 4 = 16$
$m_{s\ final} = 5{,}85 + 3{,}65 + 1{,}8 + 12{,}7 + 16 = 40$ g
40 g soluție ..... 5,85 g NaCl ..... 3,65 g HCl ..... 30,5 g
100 g soluție ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$
$\Rightarrow p_1 = 14{,}625\%$ NaCl; $p_2 = 9{,}125\%$ HCl; $p_3 = 76{,}25\%\ H_2O$.
**c)** Soluție acidă (având exces de HCl).

**28. a)** $2\ Na + \underset{1\ mol}{\overset{6\ moli}{Cl_2}} \longrightarrow \underset{2\ moli}{\overset{x}{2\ NaCl}}$

$\underset{1\ mol}{\overset{12\ moli}{2\ NaCl}} + \underset{1\ mol}{\overset{y}{H_2SO_4}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{z}{Na_2SO_4}} + \underset{2\ moli}{\overset{t}{2\ HCl}}\uparrow$

**b)** $\nu_{Na} = 15$ moli;
$\nu_{Na} : \nu_{Cl_2} = 2 : 1$ (teoretic)
$\nu_{Na} : \nu_{Cl_2} = 15 : 6$ (practic) $\Rightarrow$ Na în exces
**c)** x = 12 moli NaCl
y = 6 moli $H_2SO_4$, $M_{H_2SO_4} = 98$
$m_d = 588$ g $H_2SO_4$; $m_s = 735$ g sol. $H_2SO_4$ 80%
**d)** z = 6 moli $Na_2SO_4$; $M_{Na_2SO_4} = 142$ g/mol
$m_{Na_2SO_4} = 6 \cdot 142 = 852$ g; $m_s = 852 + 147 = 999$ g
$c = \frac{852 \cdot 100}{999}$; $c = 85{,}29\%$

**e)** $\underset{2\ moli}{\overset{3\ moli}{2\ Na}} + \underset{1\ mol}{\overset{a}{O_2}} \longrightarrow Na_2O_2$

$\nu_{Na\ exces} = 3$ moli
a = 1,5 moli $O_2$
$M_{O_2} = 32$ ; $m_{O_2} = 48$ g

**29.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{a}{NaOH}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{x\text{ moli}}{HCl}} \longrightarrow NaCl + H_2O$

$2\underset{2\text{ moli}}{\overset{b}{NaOH}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{4x\text{ moli}}{H_2SO_4}} \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

x moli HCl; 4x moli $H_2SO_4$

$m_{d\ NaOH} = 90$ g; $M_{NaOH} = 40$ g/mol; $\nu_{NaOH} = 2,25$ moli

$$\begin{cases} a = x \\ b = 8x \\ a + b = 2,25 \end{cases} \Rightarrow x = 0,25 \text{ moli HCl}; M_{HCl} = 36,5$$

$\nu_{H_2SO_4} = 1$ mol; $M_{H_2SO_4} = 98$

$m_{HCl} = 9,125$ g; $m_{H_2SO_4} = 98$ g

$m_{amestec} = 107,125$ g

**30.** 3 moli HCl; $m_{d\ HCl} = 109,5$ g;

$m_{s\ HCl\ 36,5\%} = 300$ g; $m_{H_2O} = 300 - 109,5 = 190,5$ g

1 mol $HNO_3$; $m_{d\ HNO_3} = 63$ g

$m_{s\ HNO_3\ 63\%} = 100$ g; $m_{H_2O} = 100 - 63 = 37$ g; $m_{H_2O\ totala} = 227,5$ g

$m_{apă\ regală} = 400$ g

400 g amestec ..... 109,5 g HCl ..... 63 g $HNO_3$ ..... 227,5 g $H_2O$

100 g amestec ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = 27,375\%$ HCl; $p_2 = 15,75\%$ $HNO_3$; $p_3 = 56,875\%$ $H_2O$

**31.** $Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

$Mg + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow$

**a)** $\nu_{Mg} = 0,6$ moli; $m_{Mg} = 0,6 \cdot 24 = 14,4$ g

$\frac{\nu_{Mg}}{\nu_{Cu}} = \frac{3}{2} \Rightarrow \nu_{Cu} = 0,4$ moli; $m_{Cu} = 0,4 \cdot 64 = 25,6$ g

$m_{amestec} = 40$ g

**b)** $\nu_{CuSO_4} = 0,4$ moli; $\nu_{SO_2} = 0,4$ moli

$\nu_{MgSO_4} = 0,6$ moli; $\nu_{H_2SO_4} = 1,4$ moli; $m_d = 137,2$ g

$m_s = 140$ g sol. $H_2SO_4$; $m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 2,8$ g

$\nu_{H_2O\ din\ reactie} = 0,8$ moli; $m_{H_2O\ total} = 0,8 \cdot 18 + 2,8 = 17,2$ g

$\nu_{H_2O} = 0,96$ moli; $\nu_{H_2} = 0,6$ moli

$\nu_{MgSO_4} : \nu_{H_2} : \nu_{CuSO_4} : \nu_{SO_2} : \nu_{H_2O} = 0,6 : 0,6 : 0,4 : 0,4 : 0,96 = 15 : 15 : 10 : 10 : 2,4$

**32.** $\underset{3\text{ moli}}{\overset{6\text{ moli}}{3Cu}} + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2\underset{2\text{ moli}}{\overset{x}{NO}}\uparrow + 4H_2O$

$\underset{2\text{ moli}}{\overset{4\text{ moli}}{2NO}} + O_2 \longrightarrow \underset{2\text{ moli}}{\overset{y}{2NO_2}}$



$\nu_{Cu} = 6$ moli; $x = 4$ moli NO; $y = 4$ moli $NO_2$

$M_{NO_2} = 46$; $m_{NO_2} = 4 \cdot 46 = 184$ g

**33.** $\underset{56\text{ g}}{\overset{112\text{ g}}{Fe}} + 2\underset{2 \cdot 36,5\text{ g}}{\overset{y}{HCl}} \longrightarrow \underset{127\text{ g}}{\overset{x}{FeCl_2}} + H_2\uparrow$

$m_{Fe\ pur} = 112$ g; $\nu_{Fe} = 2$ moli

$m_{d\ HCl} = 292$ g; $M_{HCl} = 36,5$ g/mol

$\nu_{HCl} = 8$ moli; HCl în exces

$M_{FeCl_2} = 127$ g/mol

$x = 254$ g $FeCl_2$; $y = 146$ g HCl

$m_{HCl\ exces} = 146$ g; $m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} = 876$ g

$m_{s\ final} = m_{FeCl_2} + m_{HCl\ exces} + m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl}$

$m_{s\ final} = 254 + 146 + 876 = 1276$ g

$c = \frac{254 \cdot 100}{1276} = 19,91\% \Rightarrow c = 19,91\%$

**34.** $3Ag + 4HNO_3 \longrightarrow 3AgNO_3 + NO\uparrow + 2H_2O$

$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

$M_{AgCl} = 143,5$; $\nu_{AgCl} = 0,05$ moli

$\nu_{Ag} = 0,05$ moli; $m_{Ag} = 5,4$ g; $\%Ag = 92,78$

**35.** $2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

1 L soluție NaOH ..... 2 moli

$84,6 \cdot 10^{-3}$ L soluție NaOH ..... x $\Rightarrow x = 0,1692$ moli NaOH

$\nu_{H_2SO_4} = 0,0846$ moli $H_2SO_4$; $M_{H_2SO_4} = 98$; $m_d = 8,2908$ g $H_2SO_4$

$\rho = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow m_s = \rho \cdot V_s = 9$ g

$c = \frac{8,2908 \cdot 100}{9} = 92,12\% \Rightarrow c = 92,12\%$

**36.** $\underset{88\text{ g}}{\overset{y}{FeS}} + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + \underset{34\text{ g}}{\overset{1,29\text{ g}}{H_2S}}\uparrow$

$\nu_{camera} = 50\ m^3 = V_{aer}$

1 mol aer ..... 22,4 L ..... 28,9 g

$50 \cdot 10^3$ L .....x $\Rightarrow x = 64,51 \cdot 10^3$ g $= 64,51$ kg aer

$m_{H_2S} = 1290$ mg $= 1,29$ g; $M_{H_2S} = 34$; $M_{FeS} = 88$

$y = 3,34$ g FeS

**37. a)** $m_{s_1} = 2580$ g sol. 38%

$m_{d_1} = 980,4$ g $H_2SO_4$; $m_{s_2} = 1000,41$ g sol. 98%

$V_{s_2} = 543,7$ mL sol. $H_2SO_4$ 98%

**b)** $m_{H_2O\ ad.} = 1579,79\ g$

**c)** $\overset{x}{BaCl_2} + \underset{98\ g}{\overset{196\ g}{H_2SO_4}} \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\ HCl$

$M_{H_2SO_4} = 98\ g/mol;\ M_{BaCl_2} = 208\ g/mol$

$m_{d\ H_2SO_4} = 196\ g;\ x = m_{d\ BaCl_2} = 416\ g$

$m_s = 4160\ g$ sol. $BaCl_2$ 10%

**38.** $\underset{3\cdot 56\ g}{\overset{21\ g}{3\ KOH}} + \underset{98\ g}{\overset{x}{H_3PO_4}} \longrightarrow \underset{212\ g}{\overset{z}{K_3PO_4}} + \underset{3\cdot 18\ g}{\overset{t}{3\ H_2O}}$

$\underset{3\cdot 40\ g}{\overset{24\ g}{3\ NaOH}} + \underset{98\ g}{\overset{y}{H_3PO_4}} \longrightarrow \underset{164\ g}{\overset{a}{Na_3PO_4}} + \underset{3\cdot 18\ g}{\overset{b}{3\ H_2O}}$

**a)** $m_{d\ KOH} = 21\ g;\ m_{d\ NaOH} = 24\ g;\ M_{KOH} = 56;\ M_{NaOH} = 40$

$M_{H_3PO_4} = 98$

$x = 12,25\ g\ H_3PO_4;\ y = 19,6\ g\ H_3PO_4$

$m_{d\ H_3PO_4} = 31,85\ g$

$c = 6,5\%$

**b)** Conform legii conservării masei:

$m_{s\ final} = m_{s\ KOH} + m_{s\ NaOH} + m_{s\ H_3PO_4} = 140 + 120 + 490 = 750\ g$

$M_{K_3PO_4} = 212;\ M_{Na_3PO_4} = 164;\ M_{H_2O} = 18\ g/mol$

$z = 26,5\ g\ K_3PO_4;\ t = 6,75\ g\ H_2O$

$a = 32,8\ g\ Na_3PO_4;\ b = 10,8\ g\ H_2O$

$m_{H_2O\ din\ sol.\ H_3PO_4} = 490 - 31,85 = 458,15\ g;\ m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} = 96\ g$

$m_{H_2O\ din\ sol.\ KOH} = 119\ g;\ m_{H_2O\ total} = 690,7\ g$

750 g soluție ..... 32,8 g $Na_3PO_4$ ..... 26,5 g $K_3PO_4$ ..... 690,7 g $H_2O$

100 g soluție ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = 4,37\%\ Na_3PO_4;\ p_2 = 3,53\%\ K_3PO_4;\ p_3 = 92,09\%\ H_2O$

**39. a)** $2\ Na + 2\ HOH \longrightarrow 2\ NaOH + H_2\uparrow$

$2\ NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\ H_2O$

**b)** $m_{H_2O} = 44,5\ g;\ \nu_{H_2O} = 2,47$ moli

$\nu_{Na} = 0,25$ moli $\Rightarrow H_2O$ în exces

$m_{H_2O\ reactionata} = 0,25 \cdot 18 = 4,5\ g;\ m_{H_2O\ exces} = 40\ g$

$\nu_{NaOH} = 0,25$ moli; $m_{NaOH} = 10\ g$

$m_s = m_{NaOH} + m_{H_2O\ exces} = 50\ g$

$c = 20\%$

**c)** $m_{d\ H_2SO_4} = 24,5\ g;\ \nu_{d\ H_2SO_4} = 0,25$ moli

$\nu_{NaOH} : \nu_{H_2SO_4} = 2:1$ (teoretic)

$\nu_{NaOH} : \nu_{H_2SO_4} = 0,25:0,25 = 1:1$ (practic) $\Rightarrow H_2SO_4$ în exces



$\nu_{H_2SO_4\ reactionat} = 0,125$ moli

$\nu_{H_2SO_4\ exces} = 0,125$ moli; $m_{H_2SO_4} = 12,25\ g$

$m_{s\ final} = m_{Na_2SO_4} + m_{H_2SO_4\ exces} + m_{H_2O\ exces} + m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} + m_{H_2O\ din\ reactie}$

$\nu_{Na_2SO_4} = 0,125$ moli; $m_{Na_2SO_4} = 17,75\ g$

$m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 245 - 24,5 = 220,5\ g$

$m_{H_2O\ exces} = 40\ g$

$\nu_{H_2O\ din\ reactie} = 0,25$ moli; $m_{H_2O\ din\ reactie} = 4,5\ g$

$m_{s\ final} = 295\ g$

sau conform legii conservării masei:

$m_{s\ final} = m_{Na} + m_{H_2O} - m_{H_2} + m_{H_2SO_4} = 5,75 + 44,5 - 0,25 + 245 = 295\ g$

**40.** 100 g soluție oleum $\begin{cases} 0,15\ g\ SO_3 \\ 0,85\ g\ H_2SO_4 \end{cases}$

$M_{SO_3} = 80\ g/mol;\ M_{H_2SO_4} = 98\ g/mol$

80 g $SO_3$ ..... 32 g S

15 g $SO_3$ ..... x $\Rightarrow x = 6\ g\ S$

98 g $H_2SO_4$ ..... 32 g S

85 g $H_2SO_4$ ..... y $\Rightarrow y = 27,76\ g\ S$

$\Rightarrow \%S = 33,76$

**41.** 2 kg oleum $\begin{cases} 0,3\ kg\ SO_3 \\ 1,7\ kg\ H_2SO_4 \end{cases}$

$\underset{80\ kg}{\overset{0,3\ kg}{SO_3}} + \underset{18\ kg}{\overset{y}{H_2O}} \longrightarrow \underset{98\ kg}{\overset{x}{H_2SO_4}}$

$M_{SO_3} = 80;\ M_{H_2SO_4} = 98$

$x = 0,3675\ kg\ H_2SO_4$

$m_{H_2SO_4\ total} = 2,0679\ kg;\ M_{H_2O} = 18$

$y = 0,0675\ kg\ H_2O$ necesară reacției

$98 = \dfrac{2,0675 \cdot 100}{m_{s\ final}};\ m_{s\ final} = 2,1097\ kg$

$m_{H_2O\ din\ solutia\ H_2SO_4\ 98\%} = 0,0422\ kg$

$m_{H_2O\ total} = 0,0422 + 0,0675 = 0,1097\ kg$

## 6.3. Baze (hidroxizi)

1. **a)** F; Formula generală a bazelor este $M(OH)_n$.
   **b)** F; Hidroxidul de sodiu şi de potasiu sunt baze solubile.
   **c)** A;
   **d)** F; În prezenţa bazelor, turnesolul se colorează în albastru.
   **e)** F; Hidroxidul de calciu se mai numeşte var stins.
   **f)** A;
   **g)** F; Hidroxidul de sodiu nu reacţionează cu ferul, formând hidroxid de fer (II) şi sodiu.
2. Completează spaţiile libere din următoarele afirmaţii:
   Bazele sunt substanţe compuse, alcătuite dintr-un atom de metal şi una sau mai multe grupe hidroxil, în funcţie de valenţa metalului. Există o bază care are în locul atomului de metal o grupă monovalentă numită amoniu. Această bază se numeşte hidroxid de amoniu şi are formula chimică $NH_4OH$. Bazele colorează turnesolul în albastru, iar fenolftaleina în roşu-carmin. Bazele greu solubile se obţin prin reacţia dintre o sare şi o bază solubilă. Reacţia bazelor cu acizii este un caz special de reacţie de schimb, numită reacţie de neutralizare.
3. Bazele (hidroxizii) sunt substanţe compuse, alcătuite dintr-un atom de metal şi una sau mai multe grupe oxidril/hidroxil. Bazele sunt substanţe solide. KOH se mai numeşte potasă caustică. Soluţiile bazelor conduc curentul electric. Bazele solubile reacţionează cu oxizii acizi, formând săruri şi apă.

4. 1 f); 2 d); 3 e); 4 a); 5 b); 6 c).
5. $2\,Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + H_2\uparrow$
   $2\,NaCl + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,NaOH + Cl_2\uparrow + H_2\uparrow$
   $Ca + 2\,H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$
   $CuSO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$
   $FeCl_3 + 3\,NaOH \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3\,NaCl$
   $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$
   $Na_2O + H_2O \longrightarrow 2\,NaOH$
6. $Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$
7. $\underset{3\text{ moli}}{\overset{1,5\text{ moli}}{3\,KOH}} + \underset{1\text{ mol}}{\overset{y}{AlCl_3}} \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{Al(OH)_3}}\downarrow + \underset{3\text{ moli}}{\overset{z}{3\,KCl}}$
   **a)** $M_{KOH} = 56$; $\nu_{KOH} = 1,5$ moli; $x = 0,5$ moli $Al(OH)_3$
   **b)** $Al(OH)_3$ este o bază greu solubilă



   **c)** $y = 0,5$ moli $AlCl_3$; $M_{AlCl_3} = 133,5$
   $m_{AlCl_3} = 0,5 \cdot 133,5 = 66,75$ g $AlCl_3$
   $m_{d\,AlCl_3} = 66,75$ g; $m_{H_2O} = 600,75$ g
   $z = 1,5$ moli KCl; $M_{KCl} = 74,5$; $m_{KCl} = 111,75$ g
   $m_s = m_{KCl} + m_{H_2O\text{ din sol. }AlCl_3} = 111,75 + 600,75 = 712,5$ g
   $c = 15,68\%$
8. $Ca + 2\,H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$
   $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$
   $\nu_{Ca(OH)_2} = 0,1$ moli
   $\nu_{Ca} = 0,1$ moli; $m_{Ca} = 4$ g
   $\nu_{CaO} = 0,1$ moli; $m_{CaO} = 5,6$ g
9. $CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} CaO + CO_2\uparrow$
   $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$
   $m_{CaCO_3\text{ pur}} = 200$ kg; $\nu_{CaCO_3} = 2$ kmoli $\Rightarrow$ 2 kmoli CaO $\Rightarrow$ 2 kmoli $Ca(OH)_2$
   $m_{Ca(OH)_2} = 148$ kg
10. **a)** $\underset{78\text{ g}}{\overset{2,5\text{ g}}{Al(OH)_3}} + 3\,\underset{3\cdot 36,5}{\overset{x}{HCl}} \longrightarrow AlCl_3 + 3\,H_2O$
    **b)** $M_{Al(OH)_3} = 78$; $M_{HCl} = 36,5$
    $x = 3,51$ g HCl
    **c)** $m_d = 3,51$ g HCl; $m_s = 1169,87$ g suc gastric
    $V_s = 1169,87$ mL suc gastric
11. $2\,Mg + O_2 \longrightarrow 2\,MgO$
    $MgO + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2$
    $\nu_{Mg} = 1$ mol; $\nu_{Mg(OH)_2} = 1$ mol
12. $\underset{3\cdot 40\text{ g}}{\overset{60\text{ g}}{3\,NaOH}} + \underset{162,5\text{ g}}{\overset{y}{FeCl_3}} \longrightarrow \underset{107\text{ g}}{\overset{x}{Fe(OH)_3}}\downarrow + 3\,NaCl$
    **a)** $m_{d\,NaOH} = 60$ g; $M_{NaOH} = 40$
    $x = 53,5$ g $Fe(OH)_3$
    **b)** $M_{FeCl_3} = 162,5$
    $y = 81,25$ g $FeCl_3$ ($m_d$)
    $m_s = 406,25$ g sol. $FeCl_3$ 20%
13. $CuCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} CuO + CO_2\uparrow$
    $CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$
    $m_{CuCO_3\text{ pur}} = 49,6$ g; $M_{CuCO_3} = 124$; $\nu_{CuCO_3} = 0,4$ moli
    0,4 moli $CuCO_3 \rightarrow$ 0,4 moli $CO_2 \rightarrow$ 0,4 moli $CaCO_3$

$M_{CaCO_3} = 100$ ; $m_{CaCO_3} = 40$ g

**14.** $\overset{1\,g}{2\,LiOH} + \overset{x}{CO_2} \longrightarrow Li_2CO_3 + H_2O$
$\underset{2\cdot 24\,g}{} \quad \underset{44\,g}{}$

$M_{LiOH} = 24$; $M_{CO_2} = 44$

$x = 0{,}92$ g $CO_2$

**15.** $\overset{33\,g}{2\,NaOH} + \overset{x}{SO_2} \longrightarrow Na_2SO_3 + H_2O$
$\underset{2\cdot 40\,g}{} \quad \underset{64\,g}{}$

$M_{NaOH} = 40$; $M_{SO_2} = 64$

$x = 26{,}4$ g $SO_2$

**16.** $\overset{80\,g}{CuSO_4} + 2\,\overset{z}{NaOH} \longrightarrow \overset{x}{Cu(OH)_2}\downarrow + \overset{y}{Na_2SO_4}$
$\underset{160\,g}{} \quad \underset{2\cdot 40\,g}{} \quad \underset{98\,g}{} \quad \underset{142\,g}{}$

**a)** $m_d = 80$ g $CuSO_4$

$M_{CuSO_4} = 160$ ; $M_{Cu(OH)_2} = 98$

$x = 49$ g $Cu(OH)_2$

**b)** $m_{s\ final} = m_{Na_2SO_4} + m_{H_2O\ din\ sol.\ CuSO_4} + m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH}$

$M_{Na_2SO_4} = 142$

$y = 71$ g $Na_2SO_4$; $z = 40$ g NaOH

$m_s = 400$ g NaOH

$m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} = 360$ g; $m_{H_2O\ din\ sol.\ CuSO_4} = 320$ g

$m_{s\ final} = 71 + 680 = 751$ g

$c = \dfrac{71\cdot 100}{751} = 9{,}45\% \Rightarrow c = 9{,}45\%$

**17.** $\overset{1\ mol}{2\,K} + 2\,\overset{x}{H_2O} \longrightarrow \overset{y}{2\,KOH} + H_2\uparrow$
$\underset{2\ moli}{} \quad \underset{2\ moli}{} \quad \underset{2\ moli}{}$

$\nu_K = 1$ mol; $\nu_{H_2O} = 10$ moli $\Rightarrow H_2O$ în exces

$x = 1$ moli $H_2O$ reacționată $\Rightarrow m_{H_2O\ exces} = 9$ moli

$M_{H_2O} = 18$; $m_{H_2O\ exces} = 9\cdot 18 = 162$ g

$M_{KOH} = 56$

$y = 1$ mol KOH; $m_{KOH} = 56$ g

$m_{s\ final} = 56 + 162 = 218$ g

$c = \dfrac{56\cdot 100}{218} = 25{,}69\% \Rightarrow c = 25{,}69\%$

**18.** $NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

**a)** $m_{d\ HCl} = 73$ g; $m_{NaOH} = 80$ g; $c = 40\%$

**b)** $m_{H_2O\ din\ reactie} = 36$ g; $m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} = 127$ g; $m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} = 120$ g



$m_{H_2O\ total} = 283$ g

**c)** $m_{NaCl} = 117$ g

**d)** $m_{NaCl} = 117$ g; $m_s = 400$ g; $c = 29{,}25\%$

**19.** $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

**a)** $m_{d\ HCl} = 20$ g; $M_{HCl} = 36{,}5$ g

$\nu_{HCl} = \dfrac{20}{36{,}5} = 0{,}55$ moli

$m_{d\ NaOH} = 20$ g; $M_{NaOH} = 40$; $\nu_{NaOH} = 0{,}5$ moli

$\nu_{HCl} : \nu_{NaOH} = 1 : 1$ (teoretic)

$\nu_{HCl} : \nu_{NaOH} = 0{,}55 : 0{,}5 = 1{,}1 : 1$ (practic) $\Rightarrow$ HCl în exces

$m_{HCl\ react.} = 18{,}25$ g

$m_{HCl\ exces} = 1{,}75$ g

**b)** $m_{s\ final} = m_{NaCl} + m_{HCl\ exces} + m_{H_2O\ din\ reactie} + m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} + m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH}$

$\nu_{NaCl} = 0{,}5$ moli; $M_{NaCl} = 58{,}5$ g; $m_{NaCl} = 29{,}25$ g

$\nu_{H_2O\ din\ reactie} = 0{,}5$ moli; $M_{H_2O} = 18$ ; $m_{H_2O\ din\ reactie} = 9$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} = 180$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} = 180$ g

$m_{s\ final} = 400$ g

400 g soluție ..... 29,25 g NaCl ..... 1,75 g HCl ..... 369 g $H_2O$

100 g soluție ....,,. $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = 7{,}31\%$ NaCl; $p_2 = 0{,}44\%$ HCl; $p_3 = 92{,}25\%$ $H_2O$

**20. a)** $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^oC} CuO + H_2O$

$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$

**b)** solid albastru $\rightarrow$ solid negru $\rightarrow$ soluție albastră

**c)** $M_{CuO} = 80$ g/mol; $\nu = 0{,}2$ moli CuO

$\nu_{Cu(OH)_2} = 0{,}2$ moli; $M_{Cu(OH)_2} = 98$ ; $m_{Cu(OH)_2} = 19{,}6$ g

$m_{Cu(OH)_2\ 80\%} = 24{,}5$ g

**d)** $\nu_{H_2SO_4} = 0{,}2$ moli

$M_{H_2SO_4} = 98$ ; $m_{H_2SO_4} = 19{,}6$ g

$m_s = 40$ g sol. $H_2SO_4$ 49%

**e)** $\nu_{H_2O\ din\ reactie} = 0{,}4$ moli; $m_{H_2O\ din\ reactie} = 7{,}2$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 20{,}4$ g

$m_{H_2O} = 27{,}6$ g

**21.** $\overset{y}{2\,NaCl} + 2\,H_2O \xrightarrow{electroliză} \overset{z}{2\,NaOH} + \overset{1\ mol}{Cl_2} + H_2\uparrow$
$\underset{2\ moli}{} \quad \underset{2\ moli}{} \quad \underset{1\ mol}{}$

**a)** $71x + 2x = 73 \Rightarrow x = 1$ mol

$y = 2$ moli NaCl; $M_{NaCl} = 58,5$; $m_{NaCl} = 117$ g

**b)** $z = 2$ moli NaOH

**22.** $2\,NaCl + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,NaOH + Cl_2\uparrow + H_2\uparrow$

$2\,NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O$

**a)** $m_{d\,NaCl} = 23,4$ g; $M_{NaCl} = 58,5$; $\nu_{NaCl} = 0,4$ moli $\Rightarrow \nu_{NaOH} = 0,4$ moli

**b)** $M_{NaOH} = 40$; $m_{NaOH} = 16$ g

$\nu_{H_2O\ reactionat} = 0,4$ moli; $M_{H_2O} = 18$

$m_{H_2O\ reactionata} = 7,2$ g; $m_{H_2O\ ramasa} = 86,4$ g; $m_s = 102,4$ g

$c_{NaOH} = 15,625\%$

**c)** $\nu_{H_2SO_4} = 0,2$ moli; $M_{H_2SO_4} = 98$; $m_{d\,H_2SO_4} = 19,6$ g

$m_s = 40$ g sol. $H_2SO_4$ 49%

$V_s = 28,57$ mL sol. $H_2SO_4$ 49%

**d)** $m_{s\ final} = m_{Na_2SO_4} + m_{H_2O\ exces} + m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} + m_{H_2O\ din\ reactie}$

$m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 40 - 19,6 = 20,4$ g

$\nu_{Na_2SO_4} = 0,2$ moli; $M_{Na_2SO_4} = 142$

$m_{Na_2SO_4} = 28,4$ g; $\nu_{H_2O} = 0,4$ moli; $m_{H_2O} = 7,2$ g

$m_{s\ final} = 28,4 + 86,4 + 20,4 + 7,2 = 142,4$ g

$c = 19,94\%$

**23.** $\underset{2\cdot 23\,g}{2\,Na} + \underset{2\cdot 18\,g}{2\,H_2O} \longrightarrow \underset{2\cdot 40\,g}{2\,NaOH} + H_2\uparrow$ (2,3 g Na; x $H_2O$; y NaOH)

**a)** $m_d = 4$ g NaOH

$M_{H_2O} = 18$; $x = 1,8$ g $H_2O$ reacționat

$m_{H_2O\ ramas} = 94,2$ g

$M_{NaOH} = 40$ g/mol;

$y = 4$ g NaOH din reacție

$m_{d\ final} = 8$ g; $m_{s\ final} = m_{NaOH} + m_{H_2O} = 8 + 94,2 = 102,2$ g

$c_{final} = 7,83\%$

**b)** $2\,NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O$

$\nu_{NaOH} = 0,2$ moli $\Rightarrow 0,1$ moli $H_2SO_4$

$V_s = 0,05$ L sol. $H_2SO_4$

**24.** $2\,Na + O_2 \longrightarrow Na_2O_2$

$Na_2O_2 + 2\,Na \longrightarrow 2\,Na_2O$

$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$



$2\,NaOH + CuSO_4 \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

$3\,NaOH + FeCl_3 \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3\,NaCl$

$2\,NaOH + FeCl_2 \longrightarrow Fe(OH)_2\downarrow + 2\,NaCl$

A = $Na_2O_2$; a = $Na_2O$; b = NaOH; d = NaCl;
e = AgCl; f = $Cu(OH)_2$; g = $Na_2SO_4$; h = $Fe(OH)_3$;
i = $Fe(OH)_2$.

**b); c)** Baze solubile: NaOH (hidroxid de sodiu)

Baze foarte greu solubile: $Cu(OH)_2$ (hidroxid de cupru); $Fe(OH)_3$ – hidroxid de fer (III); $Fe(OH)_2$ – hidroxid de fer (II)

**25.** 1) $2\,NaCl + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

2) $2\,Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + H_2\uparrow$

3) $NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

4) $NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

5) $2\,NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O$

6) $Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\,NaCl$

7) $2\,NaOH + CuSO_4 \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

8) $2\,NaOH + FeCl_2 \longrightarrow Fe(OH)_2\downarrow + 2\,NaCl$

9) $3\,NaOH + FeCl_3 \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3\,NaCl$

10) $CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} CaO + CO_2\uparrow$

11) $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

12) $Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$

a = NaOH; b = $H_2$; d = $Cl_2$; e = $H_2O$;
f = AgCl; g = $NaNO_3$; h = $Na_2SO_4$; i = $BaSO_4$;
j = $Cu(OH)_2$; k = $Fe(OH)_2$; l = $Fe(OH)_3$; m = CaO;
n = $CO_2$; o = $Ca(OH)_2$; p = $CaCO_3$

**b); c)** Baze ușor solubile: NaOH (hidroxid de sodiu)
greu solubile: $Ca(OH)_2$ (hidroxid de calciu)
foarte greu solubile (insolubile): $Cu(OH)_2$ – hidroxid de cupru
$Fe(OH)_2$ – hidroxid de Fe (II)
$Fe(OH)_3$ – hidroxid de Fe (III)

**e)** 1 – obținerea industrială a NaOH, $H_2$ și $Cl_2$
2 – obținerea $H_2$ în laborator
3,5 – neutralizarea unui acid cu o bază
4 – recunoașterea clorurilor cu soluție de azotat e argint
6 – recunoașterea sulfaților cu soluției de clorură de bariu
7, 8, 9 – obținerea bazelor insolubile
10 – obținerea varului nestins
11 – obținerea varului stins
12 – identificarea $CO_2$ cu o soluție limpede de apă de var

**f)** b, d – legătură covalentă nepolară; e – legătură covalentă polară;
m – legătură ionică

**g)** $m_{NaCl\ pur} = 234$ kg; $M_{NaCl} = 58,5$

$\nu_{NaCl} = 4$ kmoli; $\nu_{Na} = 0,1$ kmoli; $\nu_{H_2} = 2$ kmoli; $\nu_{Cl_2} = 2$ kmoli

$\nu_{gaze} = 4$ kmoli; $\nu_{gaze} = \nu \cdot 22,4 = 4 \cdot 22,4 = 89,6\ m^3$

$V_{gaze} = 89,6\ m^3$

$\nu_{NaOH\ din\ reactia\ 1} = 4$ kmoli; $\nu_{NaOH\ din\ reactia\ 2} = 0,1$ kmoli; $\nu_{NaOH\ total} = 4,1$ kmoli

$\nu_{HCl} = 4,1$ kmoli

$M_{HCl} = 36,5$; $m_{d\ HCl} = 149,65$ kg; $m_s = 410$ kg sol. HCl 36,5%

**26.** $2\ NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\ H_2O$

$2\ KOH + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2\ H_2O$

**a)** x moli NaOH; 2x moli KOH

$M_{NaOH} = 40$; $M_{KOH} = 56$

$40x + 112x = 15,2 \Rightarrow x = 0,1$ moli

%NaOH = 26,32; %KOH = 73,68

**b)** $\nu_{H_2SO_4} = 0,05 + 0,1 = 0,15$ moli

$M_{H_2SO_4} = 98$; $\nu_{H_2SO_4} = 14,7$ g

$m_s = 30$ g sol. $H_2SO_4$ 49%

**c)** $\nu_{Na_2SO_4} = 0,05$ moli; $M_{Na_2SO_4} = 142$; $m_{Na_2SO_4} = 7,1$ g

$\nu_{K_2SO_4} = 0,1$ moli; $M_{K_2SO_4} = 174$; $m_{K_2SO_4} = 17,4$ g

$m_{s\ final} = 45,2$ g

% $Na_2SO_4 = 15,71$; % $K_2SO_4 = 38,5$; % $H_2O = 45,79$.

**27.** $Ba(OH)_2 + 2\ HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2\ H_2O$

**a)** $\nu_{Ba(OH)_2} : \nu_{HCl} = 1:2$ (teoretic)

$\nu_{Ba(OH)_2} : \nu_{HCl} = 1,5:3,5 = 3:7$ (practic) $\Rightarrow$ HCl în exces

$\nu_{BaCl_2} = 1,5$ moli

**b)** 1,5 moli $BaCl_2$ ..... 1,25 moli $BaCl_2$ practic

100 moli $BaCl_2$ ..... x

x = 83,33%

**28.** $m_{H_2} = 39,44$ t $H_2$; $m_{NaOH} = 1577,46$ t NaOH

**29.** $H_2SO_4 + 2\ KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2\ H_2O$

Pentru ca reacția să fie totală, $\nu_{KOH} = 2\,\nu_{H_2SO_4}$

$m_{d\ H_2SO_4} = \frac{ax}{100}$; $M_{H_2SO_4} = 98$ g/mol; $\nu_{H_2SO_4} = \frac{ax}{9800}$

$m_{d\ KOH} = \frac{bx}{100}$; $M_{KOH} = 56$ g/mol; $\nu_{KOH} = \frac{by}{5600}$

$\frac{2ax}{9800} = \frac{by}{5600} \Rightarrow \frac{ax}{49} = \frac{by}{56} \Rightarrow 8ax = 7by$



## 6.4. Săruri

**1.** **a)** F; Piatra de var se mai numește carbonat de calciu.

**b)** A;

**c)** F; Prin încălzire, carbonații acizi se transformă în carbonați neutri.

**d)** F; Prin reacția acidului sulfuric cu azotatul de cupru se formează sulfat de cupru și acid azotic.

**e)** F; Prin reacția dintre 1 mol sodă caustică și 1 mol vitriol rezultă 1 mol apă și 0,5 moli sare.

**f)** F; Sărurile se pot obține prin reacția oxizilor metalelor cu acizii.

**2.** După compoziție, sărurile se clasifică în două categorii: săruri acide (două exemple: FeHS, $NaHCO_3$) și săruri neutre (două exemple: NaCl, $CaCO_3$). Din punct de vedere a solubilității în apă, sunt săruri solubile (două exemple: KCl, $AgNO_3$) și săruri insolubile (două exemple: $BaSO_4$, AgCl). Sărurile se pot obține prin reacția dintre un acid și o bază, reacție numită neutralizare. Sărurile se pot folosi pentru identificarea unor substanțe: acidul clorhidric și clorurile se identifică cu $AgNO_3$, iar acidul sulfuric și sulfații cu $BaCl_2$. Apa cu conținut ridicat de săruri se numește apă dură.

**3.** 1 i); 2 b); 3 j); 4 c); 5 d); 6 e); 7 h); 8 f); 9 g); 10 a).

**4.** azurit: 55,49% Cu; malachit: 57,66% Cu; azotat bazic de cupru: 53,11% Cu.

**5.** **a)** KHS; **b)** $CuCO_3$; **c)** $CaF_2$; **d)** $NaH_2PO_4$; **e)** $Cs_2HPO_4$; **f)** $Al_2(SO_4)_3$; **g)** $FeCl_3$; **h)** $Al(ClO_3)_3$; **i)** $Mg(NO_2)_2$; **j)** $LiClO_2$; **h)** –; **i)** $BaF_2$.

**6.** Săruri neutre: a) clorat de potasiu; c) sulfit de calciu; d) sulfat de fer (III); g) fosfat de sodiu; h) azotat de argint; i) hipoclorit de sodiu; j) carbonat de litiu; k) sulfat de nichel; l) azotit de amoniu

Săruri acide: b) carbonat acid de sodiu; e) fosfat monoacid de sodiu; f) fosfat diacid de sodiu; m) sulfură acidă de magneziu

**8.** $M_{NaCl} = 58,5$ g/mol

1 mol NaCl ..... 58,5 g ..... $6,023 \cdot 10^{23}$ particule $Na^+Cl^-$

x.....$35,6 \cdot 10^{22}$ particule $Na^+Cl^-$

$\Rightarrow$ x = 34,577 g NaCl

**9.** **a)** $M_{PCl_3} = 137,5$; $\nu_{PCl_3} = 0,1$ moli

1 mol $PCl_3$ ..... $3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ atomi Cl

0,1 moli $PCl_3$..... x

$\Rightarrow x = 1,8069 \cdot 10^{23}$ atomi Cl

**b)** $M_{PCl_5} = 208,5$; $\nu_{PCl_5} = 0,2$ moli

nr. atomi Cl = $6,023 \cdot 10^{23}$

**10.** **a)** KBr; **b)** $Na_2S_2O_3$; **c)** $Cs_2SO_3$; **d)** $CaCO_3$; **e)** $AgNO_3$.

**11.** $m_d = 8$ g NaCl; $m_{H_2O} = 12$ g

$\nu_{H_2O} = 0{,}67$ moli $\Rightarrow$ nr. molecule $H_2O = 0{,}67 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23} = 4{,}016 \cdot 10^{23}$

(NaCl este compus ionic)

**12.** $NH_4NO_3$ : 35% N; $NH_3$ : 82,35% N; $(NH_4)_2SO_4$ : 21,21% N.

**13.** $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

$\nu_{NH_3} = 1$ mol; $\nu_{HCl} = 1$ mol; $\nu_{NH_4Cl} = 1$ mol; $M_{NH_4Cl} = 53{,}5$

$m_{NH_4Cl} = 53{,}5$ g

**14.** $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

$\nu_{NH_3} = 0{,}5$ moli; $\nu_{HCl} = 0{,}23$ moli $\Rightarrow$ $NH_3$ în exces; $\nu_{NH_4Cl} = 0{,}23$ moli

$M_{NH_4Cl} = 53{,}5$ ; $m_{NH_4Cl} = 12{,}46$ g

**15.** $\underset{1\text{ mol}}{\overset{a}{(NH_4)_2}}CO_3 \xrightarrow{t^\circ C} \underset{2\text{ moli}}{\overset{2x}{2\,NH_3}}\uparrow + \underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{CO_2}}\uparrow + \underset{1\text{ mol}}{\overset{x}{H_2O}}\,(v)$

$4x = 0{,}25 \Rightarrow x = 0{,}0625$ moli

$\nu_{CO_2} = \nu_{H_2O} = 0{,}0625$ moli; $\nu_{NH_3} = 0{,}125$ moli

$a = 0{,}0625$ moli $(NH_4)_2CO_3$

$m_{(NH_4)_2CO_3} = 6$ g

**16.** $10^{11}$ minute $= 2 \cdot 10^5$ ani

**17.** $Na_2CO_3 + CaCl_2 \longrightarrow 2\,NaCl + CaCO_3\downarrow$

$M_{Na_2CO_3} = 106$ ; $m_{Na_2CO_3\ pur} = 1{,}06$ g

$p = 80\%$

**18.** $M_{NaHCO_3} = 84$

$M_{acid\ citric} = 192$; $m_{acid\ citric} = 0{,}76$ g

$M_{acid\ acetic} = 60$; $m_{acid\ acetic} = 0{,}71$ g

**19.** $Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ C} CaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$

$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ C} MgCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$

**a)** $M_{Ca(HCO_3)_2} = 162$

$\nu_{Ca(HCO_3)_2} = 1$ mol $\Rightarrow$ $\nu_{CaCO_3} = 1$ mol; $M_{CaCO_3} = 100$ ; $m_{CaCO_3} = 100$ g

$M_{Mg(HCO_3)_2} = 146$ ; $\nu_{Mg(HCO_3)_2} = 1$ mol;

$\nu_{MgCO_3} = 1$ mol; $M_{MgCO_3} = 84$

$m_{MgCO_3} = 84$ g

$m_{carbonati} = 184$ g

**b)** $\nu_{CO_2\ total} = 2$ moli

$12{,}046 \cdot 10^{23}$ molecule $CO_2$

**20.** $2\,KOH + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,H_2O$

**a)** 20 moli $K_2SO_4$; **b)** 20 moli $K_2SO_4$

**c)** 10 moli $K_2SO_4$



**d)** $M_{H_2SO_4} = 98$ ; $m_{d\ H_2SO_4} = 1960$ g; $m_{s\ H_2SO_4} = 4900$ g

$M_{KOH} = 56$; $m_{d\ KOH} = 1120$ g

$m_{s\ KOH} = 2800$ g

$H_2SO_4$ în exces; $\nu_{H_2SO_4\ exces} = 10$ moli

$m_{H_2SO_4\ exces} = 980$ g

$m_{s\ final} = 7700$ g

$M_{K_2SO_4} = 174$ ; $m_{K_2SO_4} = 1740$ g

22,6% $K_2SO_4$; 12,73% $H_2SO_4$ ; 64,67% $H_2O$.

**21.** $M_{KClO_4} = 138{,}5$

$\nu_{KClO_4} = 10$ moli

$\underset{1\text{ mol}}{\overset{z}{Cl_2}} + 2\,KOH \longrightarrow KCl + \underset{1\text{ mol}}{\overset{40\text{ moli}}{KClO}}\uparrow + H_2O$

$3\,\underset{3\text{ moli}}{\overset{y}{KClO}} \longrightarrow 2\,KCl + \underset{1\text{ mol}}{\overset{13{,}33\text{ moli}}{KClO_3}}$

$4\,\underset{4\text{ moli}}{\overset{x}{KClO_3}} \longrightarrow 3\,\underset{3\text{ moli}}{\overset{10\text{ moli}}{KClO_4}} + KCl$

$x = 13{,}33$ moli $KClO_3$; $y = 40$ moli $KClO$; $z = 40$ moli $Cl_2$

**22.** $CuCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} CuO + CO_2\uparrow$

$CuO + 2\,HCl \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$

$CuCl_2 + 2\,AgNO_3 \longrightarrow 2\,AgCl\downarrow + Cu(NO_3)_2$

$2\,Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + H_2\uparrow$

$CuCl_2 + 2\,NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + 2\,NaCl$

$2\,NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O$

$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\,NaCl$

$2\,NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,HCl\uparrow$

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$

$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$

a = CuO; b = $CO_2$; d = $CuCl_2$; e = $H_2O$;
f = AgCl; g = $Cu(NO_3)_2$; h = NaOH; i = $H_2$;
j = $Cu(OH)_2$; m = NaCl; n = $Na_2SO_4$; o = $BaSO_4$;
p = HCl; r = $H_2CO_3$; s = $CaCO_3$

**e)** Săruri: $CuCO_3$ = carbonat de cupru
$CuCl_2$ = clorură de cupru
$AgNO_3$ = azotat de argint
AgCl = clorură de argint
$Cu(NO_3)_2$ = azotat de cupru
NaCl = clorură de sodiu

$Na_2SO_4$ = sulfat de sodiu
$BaCl_2$ = clorură de bariu
$BaSO_4$ = sulfat de bariu
$CaCO_3$ = carbonat de calciu

**d)** $m_{CuCO_3\ pur} = 1240$ kg

$\nu_{CuO} = 10$ kmoli; $M_{CuO} = 80$ ; $m_{CuO} = 800$ kg

**e)** $\nu_{HCl} = 20$ kmoli; $m_{d\ HCl} = 730$ kg

$m_s = 2000$ kg sol. HCl 36,5%

**23.** $2\ H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\ H_2\uparrow + O_2\uparrow$

$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\ HCl$

$AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

**a)** $M_{H_2O} = 18$ ; $\nu_{H_2O} = 2$ moli $\Rightarrow$ 2 moli $H_2 \Rightarrow$ 4 moli HCl

$\nu_{AgNO_3} = 4$ moli; $M_{AgNO_3} = 170$ ; $m_{AgNO_3} = 680$ g ($m_d$);

$m_s = 2720$ g sol. $AgNO_3$ 25%

**b)** $\nu_{AgCl} = 4$ moli; $M_{AgCl} = 143,5$ g/mol

$m_{AgCl} = 574$ g

**24. a)** $CuCO_3 \xrightarrow{t^oC} CuO + CO_2\uparrow$

$CuO + 2\ HCl \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$

$CuCl_2 + 2\ NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + 2\ NaCl$

**b)** albastru-verzui → negru → verde → pp. albastru-gelatinos

**c)** $M_{CuCO_3} = 124$ ; $\nu_{CuCO_3} = 0,5$ moli $\Rightarrow$ 0,5 moli CuO; $\nu_{HCl} = 1$ mol

$m_{d\ HCl} = 36,5$ g; $m_s = 100$ g sol. HCl 36,5%

$\nu_{NaOH} = 1$ mol; $m_{d\ NaOH} = 40$ g

$m_s = 100$ g sol. NaOH 40%

**d)** $\nu_{H_2O\ din\ reactie} = 0,5$ moli; $m_{H_2O\ din\ reactie} = 9$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} = 63,5$ g; $m_{H_2O\ din\ sol.\ NaOH} = 60$ g; $m_{H_2O\ total} = 132,5$ g

**25.** $M_{Na_2SO_4} = 142$ ; $M_{H_2O} = 18$ ; $M_{Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O} = 322$

322 g sare Glauber ..... 142 g $Na_2SO_4$

161 g sare Galuber ..... x

x = 71 g $Na_2SO_4$

$m_s = 355$ g; c = 20%

**26.** $H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\ HCl$

$HCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

**a)** $m_{d\ BaCl_2} = 52$ g; $M_{BaCl_2} = 208$ ; $\nu_{BaCl_2} = 0,25$ moli

$\nu_{H_2SO_4} = 0,25$ moli; $M_{H_2SO_4} = 98$

$m_{H_2SO_4} = 24,5$ g; $m_s = 50$ g sol. $H_2SO_4$ 49%

$m_{d\ AgNO_3} = 102$ ; $M_{AgNO_3} = 170$ ; $\nu_{AgNO_3} = 0,6$ moli



$\nu_{HCl\ total} = 0,6$ moli

$\nu_{HCl\ din\ reactie} = 0,5$ moli; $\nu_{HCl\ din\ amestec} = 0,1$ moli

$M_{HCl} = 36,5$ ; $m_{d\ HCl} = 3,65$ g

$m_s = 10$ g soluție HCl 36,5%

60 g amestec ..... 24,5 g $H_2SO_4$ ..... 3,65 g HCl ..... 31,85 g $H_2O$

100 g amestec ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = 40,83\%$; $p_2 = 6,08\%$ HCl; $p_3 = 53,08\%$ $H_2O$

**b)** $\nu_{BaSO_4} = 0,25$ moli; $M_{BaSO_4} = 233$ g/mol; $m_{BaSO_4} = 58,25$ g

$\nu_{AgCl} = 0,6$ moli; $M_{AgCl} = 143,5$; $m_{AgCl} = 86,1$ g

$m_{totala} = 144,35$ g

**c)** $m_{s\ final} = m_{HNO_3} + m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} + m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} + m_{H_2O\ din\ sol.\ BaCl_2} + m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3}$

$\nu_{HNO_3} = 0,6$ moli; $M_{HNO_3} = 63$ ; $m_{HNO_3} = 37,8$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 25,5$ g; $m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} = 6,35$ g; $m_{H_2O\ din\ sol.\ BaCl_2} = 208$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3} = 918$ g

$m_{s\ final} = 1195,65$ g; c = 3,16%

**27.** $\underset{170\ g}{\overset{x}{AgNO_3}} + \underset{36,5\ g}{\overset{y}{HCl}} \longrightarrow \underset{143,5\ g}{\overset{114,8\ g}{AgCl}}\downarrow + HNO_3$

$\underset{261\ g}{\overset{104\ g}{Ba(NO_3)_2}} + 2\ \underset{2 \cdot 36,5\ g}{\overset{y}{HCl}} \longrightarrow BaCl_2 + 2\ HNO_3$

**a)** $M_{AgCl} = 143,5$; $M_{AgNO_3} = 170$

x = 136 g $AgNO_3$; $m_{Ba(NO_3)_2} = 104$ g

**b)** $M_{HCl} = 36,5$ g; y = 29,2 g HCl

$M_{Ba(NO_3)_2} = 261$

z = 29,09 g HCl; $m_{d\ HCl} = 58,29$ g

$m_{s\ HCl} = 291,45$ g; $V_s = 264,95$ mL sol. HCl 20%

**28. a)** $CuSO_4 + 2\ NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

$Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^oC} CuO + CO_2\uparrow$

**b)** $M_{CuSO_4} = 160$ ; $\nu_{CuSO_4} = 0,025$ moli $\Rightarrow$ $\nu_{Cu(OH)_2} = 0,025$ moli

$\nu_{CuO} = 0,025$ moli; $M_{CuO} = 80$ g/mol; $m_{CuO} = 2$ g

**c)** $\nu_{NaOH} = 0,05$ moli

$V_s = 0,0167$ L

**29.** $CuCO_3 \xrightarrow{t^oC} CuO + CO_2\uparrow$

$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$

$CuSO_4 + 2\ KOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + K_2SO_4$

$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$

**a)** $M_{CuCO_3} = 124$ ; $\nu_{CuCO_3} = 1$ kmol $\Rightarrow$ $\nu_{CuO} = 1$ kmol

$\nu_{H_2SO_4} = 1$ kmol; $M_{H_2SO_4} = 98$ g/mol; $m_{d\,H_2SO_4} = 98$ kg

$m_s = 490$ kg sol. $H_2SO_4$ 20%

**b)** $\nu_{KOH} = 2$ kmoli; $M_{KOH} = 56$

$m_{KOH} = 112$ kg; $m_s = 448$ kg sol. KOH 25%

**c)** $\nu_{Ca(OH)_2} = 1$ kmol; $M_{Ca(OH)_2} = 74$ g/mol; $m_{d\,Ca(OH)_2} = 74$ kg;

$m_s = 740$ kg sol. $Ca(OH)_2$ 10%

**d)** $M_{Cu(OH)_2} = 98$; $\nu_{Cu(OH)_2} = 1$ kmol; $m_{Cu(OH)_2} = 98$ kg

$Cu(OH)_2 \rightarrow$ pp. albastru-gelatinos

$M_{CaCO_3} = 100$ g/mol; $\nu_{CaCO_3} = 1$ kmol; $M_{CaCO_3} = 100$ kg

$CaCO_3 \rightarrow$ pp. alb

**e)** $\nu_{H_2O\ din\ reactie} = 1 + 1 = 2$ kmoli

$m_{H_2O\ din\ reactie} = 36$ kg; $m_{H_2O\ din\ sol.\ H_2SO_4} = 392$ kg; $m_{H_2O\ din\ sol.\ KOH} = 336$ kg

$m_{H_2O\ din\ sol.\ Ca(OH)_2} = 666$ kg; $m_{H_2O\ totala} = 1430$ kg

**30.** $Pb(NO_3)_2 + 2\,KI \longrightarrow PbI_2 + 2\,KNO_3$

Nicio substanță nu este în exces; $\nu_{PbI} = 4$ moli; $\nu_{KNO_3} = 8$ moli

**31.** $Mg + I_2 \longrightarrow MgI_2$

xg Mg; xg $I_2$;

$\nu_{Mg} = \frac{x}{24}$ moli; $\nu_{I_2} = \frac{x}{254}$ moli $\Rightarrow$ Mg în exces;

$\nu_{Mg\ reactionat} = \frac{x}{254}$ moli; $m_{Mg\ reactionat} = \frac{24x}{254}$ g;

$m_{Mg\ nereactionat} = \frac{230x}{254}$ g

x g Mg ..... $\frac{230x}{254}$ g nereactionat

100 g Mg ..... p

p = 90,55%

**32.** $2\,NaCl + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

$HCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

$M_{NaCl} = 58,5$; $m_{d\,NaCl} = 58,5$ g; $\nu_{NaCl} = 1$ mol $\Rightarrow$ 1 mol NaOH

$m_{d\,HCl} = 109,5$ g; $\nu_{HCl} = 3$ moli

$\nu_{HCl\ reactionat} = 1$ mol

$\nu_{HCl\ exces} = 2$ moli; $m_{HCl\ exces} = 73$ g

$m_{d\,AgNO_3} = 680$ g; $M_{AgNO_3} = 170$; $\nu_{AgNO_3} = 4$ moli

$\nu_{AgNO_3\ reactionat} = 3$ moli $\Rightarrow$ $\nu_{AgNO_3\ exces} = 1$ mol; $m_{AgNO_3\ exces} = 170$ g



$m_{s\,final} = m_{NaNO_3} + m_{HNO_3} + m_{AgNO_3\ exces} + m_{H_2O\ din\ reactie} + m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} + m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3}$

$\nu_{NaNO_3} = 1$ mol; $M_{NaNO_3} = 85$; $m_{NaNO_3} = 85$ g;

$\nu_{HNO_3} = 2$ moli; $M_{HNO_3} = 63$; $m_{HNO_3} = 126$ g

$\nu_{H_2O\ reactionata} = 1$ mol

$m_{H_2O} = 18$ g; $m_{H_2O\ exces} = 508,5$ g; $\nu_{H_2O\ din\ reactie} = 1$ mol; $m_{H_2O\ din\ reactie} = 18$ g

$m_{H_2O\ din\ sol.\ HCl} = 190,5$ g; $m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3} = 1020$ g

$m_{s\,final} = 85 + 126 + 170 + 18 + 508,5 + 190,5 + 1020 = 2118$ g

$\%NaNO_3 = 4,013$; $\%HNO_3 = 5,95$; $\%AgNO_3 = 8,026$; $\%H_2O = 82,01$

**33.** $M_{KBrOx} = 39 + 80 + 16x = 119 + 16x$

100 g compus ..... 52,98 g Br

(116 + 16x)g compus ..... 80 g Br

$\Rightarrow$ x = 2; $KBrO_2$ – bromit de potasiu

**34.** $\overset{x}{\underset{1\ mol}{NaCl}} + AgNO_3 \longrightarrow \overset{a}{\underset{1\ mol}{AgCl}}\downarrow + NaNO_3$

$\overset{y}{\underset{1\ mol}{KCl}} + AgNO_3 \longrightarrow \overset{b}{\underset{1\ mol}{AgCl}}\downarrow + KNO_3$

x moli NaCl; y moli KCl

$M_{NaCl} = 58,5$; $M_{KCl} = 74,5$; $M_{AgCl} = 143,5$ g/mol;

$$\begin{cases} 58,5x + 74,5y = 25 \\ 143,5(a+b) = 57,4 \\ x = a \\ y = b \end{cases} \Rightarrow x = 0,3 \text{ moli NaCl; } y = 0,1 \text{ moli KCl}$$

$m_{NaCl} = 17,55$ g; $\%NaCl = 70,2$

**35.** $\overset{11,4\ g}{\underset{(48+35,5x)}{TiCl_x}} + x\,AgNO_3 \longrightarrow x\,\overset{34,44\ g}{\underset{143,5\ x\ g}{AgCl}}\downarrow + Ti(NO_3)_x$

$M_{AgCl} = 143,5$

$34,44(48 + 35,5x) = 11,4 \cdot 143,5x$

x = 4

$TiCl_4$ Ti : Cl = 1 : 4

**36.** $H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\,HCl$

$NaOH$ + fenolftaleină $\rightarrow$ colorație roșu-carmin

$CuSO_4$ – soluție albastră

Soluția rămasă este $Na_2SO_4$.

**37.** Reacția carbonaților cu acizii are loc cu efervescență. Tratând o soluție a unui sulfat cu soluție de clorură de bariu, se obține un precipitat alb-lăptos de sulfat de bariu.

**38.** $\overset{x}{\underset{1\ mol}{Al}} + 3\,\overset{z}{\underset{3\ moli}{AgNO_3}} \longrightarrow \overset{t}{\underset{1\ mol}{Al(NO_3)_3}} + \overset{y}{\underset{3\ moli}{3\,Ag}}\downarrow$

**a)** $\nu_{Al\ reactionat} = x$ moli; $\nu_{Ag\ depus} = y$ moli

$13,5 - 27x + 108y = 15$

$\begin{cases} -27x + 108y = 1,5 \\ y = 3x \end{cases} \Rightarrow x = 0,005$ moli Al; $y = 0,015$ moli Ag

$m_{Ag} = 1,62$ g

**b)** $m_{Al} = 0,135$ g

**c)** $z = 0,015$ moli $AgNO_3$

$M_{AgNO_3} = 170$ ; $m_{d\ AgNO_3} = 2,55$ g; $m_s = 12,75$ g sol. $AgNO_3$ 20%

$t = 0,005$ moli $Al(NO_3)_3$

$M_{Al(NO_3)_3} = 213$ g/mol; $m_{Al(NO_3)_3} = 1,065$ g

$m_{s\ final} = m_{Al(NO_3)_3} + m_{H_2O\ din\ sol.\ AgNO_3} = 1,065 + (12,75 - 2,55) = 11,265$ g

$c = 9,45\%$

**39.** $\underset{2\ moli}{\overset{x}{2\,NaCl}} + \underset{2\ moli}{\overset{d}{2\,H_2O}} \xrightarrow{electroliză} \underset{2\ moli}{\overset{c}{2\,NaOH}} + \underset{1\ mol}{\overset{a}{H_2}}\uparrow + \underset{1\ mol}{\overset{b}{Cl_2}}\uparrow$

**a)** $m_{d\ NaCl} = 292,5$ g

$x = \nu_{NaCl\ transformata}$; $a = b = 0,5x$ moli

$m_{s\ final} = m_s - m_{H_2} - m_{Cl_2} = 1000 - x - 35,5x = 1000 - 36,5x$

$$10 = \frac{(292,5 - 58,5x)\cdot 100}{1000 - 36,5x}$$

$x = 3,51$ moli; $m_{NaCl\ transformata} = 205,34$ g

**b)** $\nu_{H_2} = 0,5 \cdot 3,51 \cdot 22,4 = 39,312$ L

$\nu_{Cl_2} = 0,5 \cdot 3,51 \cdot 22,4 = 39,312$ L

$\nu_{gaze} = 78,624$ L

**c)** $m_{s\ final} = m_{NaOH} + m_{NaCl\ netransformat} + m_{H_2O\ nereactionata}$

$c = 3,51$ moli NaOH; $M_{NaOH} = 40$

$m_{NaOH} = 140,4$ g;

$m_{NaCl\ netransformata} = 292,5 - 205,34 = 87,16$ g

$d = 3,51$ moli $H_2O$ reacționată; $m_{H_2O\ reactionata} = 63,18$ g

$m_{din\ sol.\ NaCl} = 707,5$ g; $m_{H_2O\ exces} = 644,32$ g

$m_{s\ final} = 140,4 + 87,16 + 644,32 = 871,88$ g

%NaCl = 10; %NaOH = 16,10%; $\%H_2O = 73,9\%$

**40.** $\underset{1\ mol}{\overset{a\ moli}{KBr}} + AgNO_3 \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{u}{AgBr}}\downarrow + KNO_3$

$\underset{1\ mol}{\overset{b\ moli}{NaCl}} + AgNO_3 \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{t}{AgCl}}\downarrow + NaNO_3$



$\underset{1\ mol}{\overset{z}{BaCl_2}} + 2\,AgNO_3 \longrightarrow \underset{2\ moli}{\overset{y}{2\,AgCl}}\downarrow + \underset{1\ mol}{\overset{0,01\ moli}{Ba(NO_3)_2}}$

$\underset{1\ mol}{\overset{x}{Ba(NO_3)_2}} + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{0,01\ moli}{BaSO_4}}\downarrow + 2\,HNO_3$

$M_{BaSO_4} = 233$ ; $\nu_{BaSO_4} = \frac{2,33}{233} = 0,01$ moli

$x = 0,01$ moli $Ba(NO_3)_2$

$y = 0,02$ moli AgCl din reacția $BaCl_2$; $m_{AgCl} = 2,87$ g

$z = 0,01$ moli $BaCl_2$;

$m_{BaCl_2} = 2,08$ g

$\nu_{KBr} = a$ moli; $\nu_{NaCl} = b$ moli

$M_{KBr} = 119$; $M_{NaCl} = 58,5$

$m_{KBr} + m_{NaCl} = 3,885 - 2,08 = 1,805 = 119a + 58,5b$

$t = b$ moli AgCl; $M_{AgCl} = 143,5$

$u = a$ moli AgBr; $M_{AgBr} = 188$

$m_{AgBr} + m_{AgCl\ din\ r.\ cu\ NaCl} = 6,185 - 2,87 = 3,315$ g $= 188a + 143,5b$

$\begin{cases} 119a + 58,5b = 1,805 \\ 188a + 143,5b = 3,315 \end{cases} \Rightarrow a = 0,011$ moli KBr;

$m_{KBr} = 1,309$ g; $m_{NaCl} = 0,496$ g

3,855 g amestec ..... 1,309 g KBr ..... 0,496 g NaCl ..... 2,08 g $BaCl_2$

100 g amestec ..... $p_1$ ..... $p_2$ ..... $p_3$

$\Rightarrow p_1 = 33,96\%$ KBr; $p_2 = 12,87\%$ NaCl; $p_3 = 53,96\%$ $BaCl_2$

## 6.5. Probleme recapitulative

**1.** $^{24}_{12}Mg$ { nucleu $\underset{(+12)}{}$ { $12p^+$ ; $12n$ } ; înveliș electronic : $12e^-$ $\underset{(-12)}{}$ }

K – $2e^-$ L – $8e^-$ M– $2e^-$; Gr. a 2-a (a II-a A); per a 3-a; valența II

$^{1}_{1}H$ { nucleu $\underset{(+1)}{}$ { $1p^+$ ; $0n$ } ; înveliș electronic : $1e^-$ $\underset{(-1)}{}$ }

K– $1e^-$; per 1; valența I

$^{16}_{8}O$ { nucleu (+8) { $8p^+$ ; $8n$ } ; înveliș electronic (−8): $8e^-$ }

K – $2e^-$ L – $6e^-$; Gr. a 16-a (a VI-a A); per a 2-a; valența II

$^{27}_{13}Al$ { nucleu (+13) { $13p^+$ ; $14n$ } ; înveliș electronic (−13): $13e^-$ }

K– $2e^-$ L – $8e^-$ M – $3e^-$; Gr. a 13-a (a III-a A); per a 3-a; valența III

$^{35}_{17}Cl$ { nucleu (+17) { $17p^+$ ; $18n$ } ; înveliș electronic (−17): $17e^-$ }

K – $2e^-$ L – $8e^-$ M – $7e^-$; Gr. a 17-a (a VII-a A); per a 3-a; valența față de H: I; valența față de O: I, III, V, VII

$^{56}_{26}Fe$ { nucleu (+26) { $26p^+$ ; $30n$ } ; înveliș electronic (−26): $26e^-$ }

K– $2e^-$ L – $8e^-$ M – $14e^-$ N – $2e^-$; Gr. a VIII-a B (a 8-a); per a 4-a; valența II, III

**d)** $MgH_2$, MgO, $MgCl_2$; $H_2$, $H_2O$; HCl; $AlH_3$; $Al_2O_3$; $Cl_2O$; $Cl_2O_3$; $Cl_2O_5$; $Cl_2O_7$; $Fe_2O_3$; FeO; $FeCl_2$, $FeCl_3$; $AlCl_3$.

**2.** **a)** Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl
**b)** At, I, Br, Cl, F

**3.** F

**4.**

| Substanțe simple | | Substanțe compuse | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| metale | nemetale | Oxizi | Acizi | Baze | Săruri |
| Fe – fer<br>Zn – zinc | $Cl_2$ – clor<br>$S_8$ – sulf<br>$P_4$ – fosfor | $MnO_2$ – oxid de mangan (IV) | $HClO_4$ – acid percloric<br>$H_2CO_3$ – acid carbonic | KOH – hidroxid de potasiu | $Fe(HS)_2$ – sulfură acidă de fer (II)<br>$(NH_4)_2SO_3$ – sulfit de amoniu |

**5.** **a)** spirt de sare; **b)** vitriol; **c)** sodă caustică; **d)** sare Glauber; **e)** piatră-vânătă; **f)** aramă; **g)** pucioasă; **h)** piatra-iadului; **i)** apă de var; **j)** apă tare; **k)** var nestins; **l)** țipirig; **m)** gips



**6.** $2\,NaCl + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

$2\,K + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,KOH + H_2\uparrow$

$CuSO_4 + 2\,KOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + K_2SO_4$

$AlCl_3 + 3\,KOH \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3\,KCl$

$FeCl_3 + 3\,KOH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3\,KCl$

$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH$

**7.** $Cu + Cl_2 \longrightarrow CuCl_2$

$Cl_2 + O_2 \longrightarrow$ nu reacționează direct

$2\,Al + 3\,Cl_2 \longrightarrow 2\,AlCl_3$

$2\,Fe + 3\,Cl_2 \longrightarrow 2\,FeCl_3$

$Zn + Cl_2 \longrightarrow ZnCl_2$

$H_2O + Cl_2 \longrightarrow HCl + HClO$

$Cl_2 + 2\,NaOH \longrightarrow NaCl + NaClO + H_2O$

**8.** $2\,NaCl \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,Na + Cl_2\uparrow$

$2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,H_2\uparrow + O_2\uparrow$

$2\,NaCl + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$

**9.** **b)** $2\,Ag + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow Ag_2SO_4 + SO_2\uparrow + 2\,H_2O$

**f)** $2Cu + 4\,HCl + O_2 \longrightarrow 2\,CuCl_2 + 2\,H_2O$

**g)** $AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

**10.** $2\,NaCl + 2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

$2\,H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\,H_2\uparrow + O_2\uparrow$

$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$

$HCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

$HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4Cl$

$O_2 + S \longrightarrow SO_2$

$2\,SO_2 + O_2 \longrightarrow 2\,SO_3$

$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$

$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\,HCl$

a = NaCl; b = NaOH; d = $H_2$; e = $Cl_2$;
f = $O_2$; g = HCl; h = $AgNO_3$; i = AgCl;
j = $HNO_3$; k = $NH_3$; l = $NH_4Cl$; m = S;
n = $SO_2$; o = $SO_3$; p = $H_2SO_4$; r = $BaCl_2$;
s = $BaSO_4$

**11.** **a)** $m_{d\,HCl} = 73$ g; $m_{s\,HCl\,36,5\%} = 200$ g; $m_{H_2O} = 1800$ g

$\%CuSO_4 = 2,75$; $\%K_2SO_4 = 6,12$; $\%H_2O = 91,13$

**30.** $FeCl_3 + 3\ KOH \longrightarrow \underset{\text{pp. brun-roşcat}}{Fe(OH)_3\downarrow} + 3\ KCl$

$BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{pp. alb-lăptos}}{BaSO_4\downarrow} + 2\ HCl$

$BaCl_2$ + turnesol $\longrightarrow$ violet

$H_2SO_4$ + turnesol $\longrightarrow$ roşu

KOH + fenolftaleină $\longrightarrow$ roşu-carmin

$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$

$2\ AgNO_3 + BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{pp. alb-brânzos}}{Ba(NO_3)_2} + 2\ AgCl\downarrow$

**31.** $2\ KClO_3 \xrightarrow{t^\circ C} 2\ KCl + 3\ O_2\uparrow$

$3\ Ag + 4\ HNO_3 \longrightarrow 3\ AgNO_3 + 2\ NO\uparrow + 2\ H_2O$

$AgNO_3 + KCl \longrightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$

$\nu_{KClO_3} = 1$ mol; $m_{KClO_3} = 122,5$ g

$m_{KCl\ din\ proba} = 74,5$ g; $m_{KCl\ din\ reactie} = 74,5$ g; $m_{KCl\ totala} = 149$ g

$m_{Ag} = 216$ g; $\nu_{Ag} = 2$ moli

**32. a)** $\overset{x\ moli}{\underset{1\ mol}{NaCl}} + AgNO_3 \longrightarrow \overset{a}{\underset{1\ mol}{AgCl}}\downarrow + NaNO_3$

$\overset{y\ moli}{\underset{1\ mol}{KCl}} + AgNO_3 \longrightarrow \overset{b}{\underset{1\ mol}{AgCl}}\downarrow + KNO_3$

$Cu + 2\ AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2\ Ag\downarrow$

**b)** x moli NaCl; y moli KCl

$\nu_{AgCl} = 0,071$ moli

$$\begin{cases} a + b = 0,071 \\ a = x \\ b = y \\ 58,5x + 74,5y = 5 \end{cases}$$

$\Rightarrow x = 0,017$ moli NaCl; $m_{NaCl} = 1$ g;

$y = 0,053$ moli KCl; $m_{KCl} = 4$ g

$\nu_{NaCl} : \nu_{KCl} = 1 : 3,11$

**c)** $\nu_{AgNO_3\ reactionat} = 0,071$ moli

$m_{AgNO_3\ reactionat} = 12,07$ g; $m_{AgNO_3\ exces} = 2,93$ g; $m_{Cu} = 0,55$ g

**d)** $2\ NaNO_3 \xrightarrow{t^\circ C} 2\ NaNO_2 + O_2\uparrow$

$2\ KNO_3 \xrightarrow{t^\circ C} 2\ KNO_2 + O_2\uparrow$

$2\ AgNO_3 \xrightarrow{t^\circ C} 2\ Ag + 2NO_2\uparrow + O_2\uparrow$

**33.** $\overset{200\ g}{\underset{80\ g}{SO_3}} + \overset{y}{\underset{18\ g}{H_2O}} \longrightarrow \overset{x}{\underset{98\ g}{H_2SO_4}}$



$\Rightarrow x = 245$ g $H_2SO_4$ format; $y = 45$ g $H_2O$ reacţionată

$a = m_{s\ H2SO4\ 40\%}$; $m_d = 0,4a$;

$m_{s\ final} = 200 + a$; $m_{d\ final} = 0,4a + 245$

$$75 = \frac{(0,4a + 245)\cdot 100}{200 + a}$$

$a = 271,43$ g sol. $H_2SO_4$ 40%

**34. a)** S + cărbune + Fe + Mg

$\downarrow + CS_2$

S + $CS_2$ (fenomen fizic, dizolvarea S)

cărbune

$\downarrow$ + HCl

cărbune + $FeCl_2$ + $MgCl_2$ (fenomen chimic, reacţia cu HCl)

**b)** Cărbunele.

**c)** $Fe + 2\ HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

$Mg + 2\ HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow$

**35.** x moli NaOH; y moli KOH.

100 g amestec ..... 9,2 g Na

(40x + 56y) g ..... 23x g Na

1932x = 515,2y

x : y = 1 : 3,75;

$\nu_{NaOH} : \nu_{KOH} = 1 : 3,75$

**36.** $NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HCl\uparrow$ (la rece)

$NaHSO_4 + NaCl \xrightarrow{t^\circ C} Na_2SO_4 + HCl\uparrow$

$AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

$$\nu_{HCl} = \frac{56}{22,4} = 2,5 \text{ moli HCl din prima reacţie}$$

$\nu_{NaCl} = 2,5$ moli în prima reacţie

$\nu_{AgNO_3} = 7,5$ moli; $\nu_{HCl\ din\ reacţia\ II} = 7,5$ moli; $\nu_{NaCl\ în\ reacţia\ II} = 7,5$ moli

$\nu_{NaCl\ total} = 10$ moli; $m_{NaCl} = 585$ g

**37.** Cu; gr. 11(I B), per. a 4-a.

**38.** $Fe + CuSO_4 \longrightarrow FeSO_4 + Cu\downarrow$

$m_d = 16$ g $CuSO_4$; $m_{Fe\ reacţionat} = 5,6$ g; $m_{Cu\ depus} = 6,4$ g

$m_{plăcuţă} = 25 - 5,6 + 6,4 = 25,8$ g $\Rightarrow m_{plăcuţă} = 25,8$ g

**39.** $4\ FeS_2 + 11\ O_2 \longrightarrow 2\ Fe_2O_3 + 8\ SO_2$

$2\ SO_2 + O_2 \longrightarrow 2\ SO_3$

$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$

$m_{d\ H_2SO_4} = 3920$ kg (practic); $\nu_{H_2SO_4} = 40$ kmoli; $\nu_{H_2SO_4\ teoretic} = 44,44$ kmoli;

$\nu_{FeS_2} = 22,22$ kmoli; $m_{FeS_2} = 2666,67$ kg; $m_{FeS_2\ 80\%} = 3333,33$ kg

**40.** $\underset{80\,g}{\overset{2\,g}{SO_3}} + \underset{18\,g}{\overset{y}{H_2O}} \longrightarrow \underset{98\,g}{\overset{x}{H_2SO_4}}$

10 g oleum  2 g $SO_3$
8 g $H_2SO_4$

$M_{SO_3} = 80$; $M_{H_2SO_4} = 98 \Rightarrow x = 2{,}45$ g $H_2SO_4$; $m_{H_2SO_4} = 10{,}45$ g

$m_s = 20{,}9$ g sol. $H_2SO_4$ 50%

$m_{H_2O\ din\ solutia\ finala} = 10{,}45$ g

$y = 0{,}45$ g $H_2O$ necesară reacției

$m_{H_2O\ total} = 10{,}9$ g

$\rho_{H_2O} = 1$ g/mL $\Rightarrow \nu_{H_2O} = 10{,}9$ mL

$\nu_{H_2SO_4} : \nu_X = 2:1$

$\frac{196}{A_X} = \frac{10{,}45}{0{,}6398}$; $A_X = 12$.

## 6.6. Probleme propuse

**6.** 382,14 kg;
**7.** 0,0084 moli;
**8.** 28,7g precipitat; 340 g;
**9.** $30{,}235 \cdot 10^{23}$ molecule HF;
**10.** 75 %;
**11. a)** 10 g NaOH; **b)** 61,25 g; **c)** 15,07% $Na_2SO_4$; 1,7% NaOH; 83,23% $H_2O$;
**12.** 3 : 2;
**13.** Pb; 35,85 g PbS;
**14.** 1 : 1;
**15.** 0,584 g $Mg(HCO_3)_2$; 0,324 g $Ca(HCO_3)_2$.
**24.** $CuCO_3$;
**25. c)** 22,6 g;
**26.** 4,45 g NaOH;
**27. a)** 46% Na, 54% Hg; 14,71%; **b)** 21,67 g $FeCl_3$;
**28.** 6,45 g kelen; $6{,}023 \cdot 10^{22}$ atomi Ag;
**29.** Al;
**30.** 17,07% Al; 70,8% Fe; 12,13% Cu